விலை 2-40

தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட்
ஆதரவில் பதிப்பிக்கப்பெற்றது.

உலகமும் உலோகமும்

பி. எஸ். தியாகராஜன்

உலகமும் உலோகமும்

ஆசிரியர் :

பி. எஸ். தியாகராஜன்,
எம்.ஏ., எம்.எஸ்ஸி., பிஎச்.டி., ஏ.ஆர்.ஐ.சி.
(உடற்பொருள் இரசாயனத் துறை உயர் விரிவுரையாளர்)
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்.

தமிழாக்கம் :

கே. ஏ. இராமசாமி.

ராதா பதிப்பகம்
தி. நகர் : : சென்னை-17.

Tamil
First Edition - 3000 Copies
November 1965

ULAGAMUM ULOGAMUM
English original written at the request of the Trust:
"WORLD OF METALS" by
B. S. Thyagarajan, M.A., M.Sc., Ph.D,, A.R.I.C.

Translator: K. A. Ramasamy

Price Rs. 2 - 40.

Published under the auspices of the Southern Languages Book Trust, Madras. The Trust is helped by the Government of India, the South Indian State Governments and Universities, and the Ford Foundation.

Third Programme - Tamil - Number One

Translation right into Tamil for this edition is assigned to:
RADHA PATHIPPAGAM, Madras-17.

Printed at General Printers, Madras-3.

INTERNATIONAL CO-OPERATION YEAR
1965
peace and progress
through co-operation

அணிந்துரை

தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் வெளியிடும் புதிய தொடர் நூல்களுக்கு அணிந்துரை எழுத வாய்ப்புக் கிடைத்தமைக்கு பெரிதும் மகிழ்ச்சியடைகிறேன். குறைந்த விலையில் சிறந்த புத்தகங்களை வெளியிட வேண்டும் என்ற நோக்கத்தின் அடிப்படையில் டிரஸ்ட் கடந்த பத்தாண்டு காலமாக தென்னக மொழிகளில் உயரிய புத்தகங்களை வெளியிட்டு பெரும் சேவை செய்து வருகின்றது. இதுகாறும் தமிழில் மட்டும் நூற்று நாற்பதுக்கு மேற்பட்ட புத்தகங்களை டிரஸ்ட் வெளியிட்டுள்ளது போற்றத்தக்க முன்னேற்றமாகும்.

தனிப்பட்ட வெளியீட்டாளர்கள் யாரும், எந்நிலையிலும், சிறிதும் பாதிக்கப்படாவண்ணம் தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்டின் வெளியீட்டு முறை அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதோர் அம்சமாகும். டிரஸ்ட் வெளியீடுகளில் பெரும்பாலானவை தனிப்பட்ட வெளியீட்டகங்களின் மூலமே வெளியிடப்படுகின்றன.

பிராந்திய மொழிகளில் பல்வேறு வகையான புத்தகங்கள் வெளிவர வேண்டும் என்பது அனைவரும் ஒப்புக்கொள்ளும் விஷயமாகும். பள்ளிகள் அல்லது கல்லூரி மாணவர்களுக்குப் பயன்படக் கூடிய பாடப் புத்தகங்கள் ஒன்றிரண்டு வெளியிட உதவி புரிந்தால் மட்டும் போதாது. மாணவர்களும், மற்றவர்களும் அறிவுத் துறையில் துரித முன்னேற்றம் காண பல்வேறு துறைகளைப்பற்றி எழுதப்பெற்ற நூல்கள் நிறையத் தேவை. போதிய அளவு ஆங்கில

யறிவு இல்லாதவர்கள்—நம் மொழிகளிலொன்றில் போதிய பயிற்சியுடையவர்களுக்கேற்ப பொருத்தமான நூல்களை தென்மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் தொடர்ந்து வெளியிட்டு வருகின்றது. அறிவுத் துறைகளின் ஒவ்வொரு பகுதியின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளை நன்கு புரிந்துக்கொள்ளக் கூடிய முறையில், கல்லூரி மாணவர்கட்குப் பெரிதும் உதவும் வகையில் டிரஸ்டின் புத்தகங்கள் அமைந்துள்ளன. இந் நோக்கத்தின் அடிப்படையில் அனுபவ முதிர்ச்சி பெற்ற பேராசிரியர்களைக் கொண்டு புத்தகங்கள் எழுதப்படுகின்றன.

நம் நாட்டு மொழிகளில் ஏதாவதொன்றில் எழுதப் பட்ட நூல்களை மற்றொரு மொழியில் பெயர்த்து மக்க ளிடையே வழங்கும் பணியையும் டிரஸ்ட் குறிப்பிடத்தக்க அளவு செய்து வருகின்றது. கருத்துப் பரிமாற்றமே அறிவு வளர்ச்சிக்கு அடிப்படை. பிராந்தியத்திற்குப் பிராந்தியம் வெளி வேற்றுமைகள் எவ்வளவோ இருந்த போதிலும் ஒரே இந்தியக் கலாச்சாரமாகப் பரிணமிக்க இந்த மொழி பெயர்ப்புகள் பெருந்துணை செய்வனவாகும். குறுகிய மனப் பான்மை கொண்ட தவறான எண்ணங்களைப் பெருமளவில் போக்கவும், உலகின் மற்ற பகுதிகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளவும் வெளிநாட்டு மொழி பெயர்ப்பு நூல்கன் பயன் படுகின்றன. இத்தகைய வழிகளில் இடையறாது பணியாற்றி வரும் டிரஸ்ட் மேன்மேலும் வளர ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்க வேண்டியது அனைவரது கடமையாகும்.

எம். பக்தவத்சலம்,

முதலமைச்சர், சென்னை மாநிலம்.

முன்னுரை

இன்றைய உலகத்தை 'உலோக உலகம்' எனலாம். உலோகங்களின் கதையைப் படித்தால் மனிதகுல நாகரிகத்தின் வளர்ச்சியும், முன்னேற்றமும் தெள்ளென விளங்கும். போக்குவரவு, செய்தித்துறை, தொழில்துறை, நுண்கலைகள் ஆகிய துறைகளில் மனிதனின் வளர்ச்சி, உலோகங்கள் கிடைக்கும் அளவுக்கு ஏற்பவே மாறி வந்துள்ளன. உலோகங்களே இல்லாத உலகத்தில் நாம் வாழ முடியும் என்பதைக் கற்பனையில்கூட எண்ணிப்பார்க்க முடியாது. சமையலுக்கு வேண்டிய பாத்திரங்களிலிருந்து படைக் கருவிகள்வரை, குழந்தைகளின் விளையாட்டுச் சாமான்களிலிருந்து தெய்வங்களின் சிலைகள் வரை எல்லாம் உலோகத்தினால் செய்யப்படுகின்றன.

உலோகங்கலால் செய்யப்பட்ட பொருள்கள் எதையும் உபயோகிக்காமல் ஒரு நாளாவது நம்மால் வாழ முடியுமா என்று கண நேரம் சிந்தித்துப் பாருங்கள். அவ்வாறு வாழ்வதாக இருந்தால் கல், மரம் ஆகியவற்றால் ஆன பொருள்களை மட்டுமே நாம் உபயோகிக்க வேண்டி இருக்கும். இது நம்மை மனிதகுல நாகரிகத்தின் துவக்க நிலைக்கு அழைத்துச் சென்றுவிடும். நம் முன்னாலுள்ள உலோகங்களால் ஆன அத்தனை பொருள்களும் மறைந்து விடும். சிறிய சிறிய தொழிற் கருவிகள், கார்கள், சைக்கிள்கள், இரயில்கள், விமானங்கள், கப்பல்கள், ஊசிகள், நாணயங்கள் போன்ற எண்ணற்ற பொருள்கள் அப்போது நமக்கு உதவா.

'பைடு பைப்பர்' (Pied Piper) என்னும் கதையில் வரும் சின்னச் சுண்டெலி, பெரிய சுண்டெலி, இளைய சுண்டெலி, முதிய சுண்டெலி போன்று உலோகத்திலும் பல்வேறு விதமான உலோகங்களைக் காண்கிறோம். மிருதுவானவை; கடினமானவை; பிரகாசமானவை; மங்கலானவை; விலை மலிவானவை; விலை அதிகமானவை; குறைந்த அளவு கிடைப்பவை; நிறையக் கிடைப்பவை; கிரியை புரிபவை; கிரியை புரியாதவை எனப் பல்வேறு வகையான உலோகங்களை நாம் பெற்றுள்ளோம். இவை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு தன்மையில் மாறுபட்டுள்ளனவோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு மனித சமுதாயம் நன்மை பெறுகிறது. இதன் மூலம் இவைகளைப் பல்வேறு விதமான துறைகளில் உபயோகிக்க முடிகிறது. தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம் போன்ற மதிப்பு மிக்க உலோகங்கள் மட்டுமே உலகில் கிடைப்பதாகக் கொள்வோம். இவற்றைக் கொண்டு அணிகலன்கள் செய்யலாம். நாணயங்கள் தயாரிக்கலாம். இவற்றைப் பத்திரமாகப் பெட்டியில் வைத்துப் பூட்டலாம். ஆனல், பெரிய பெரிய பாலங்களோ, கப்பல்களோ, ராக்கெட்டுகளோ கட்டுவதற்கு இந்த உலோகங்கள் பயன்படுமா? வெள்ளீயம், ஈயம் போன்ற உலோகங்கள் மிருதுவாக இருக்கின்றன. குறைந்த உஷ்ணத்திலேயே உருகி விடுகின்றன. ஆனல், இவைகளை ஒன்று சேர்த்துக் கலப்பு உலோகம் தயாரித்தாலோ அது உறுதி வாய்ந்ததாக ஆகிறது. அதைக் கொண்டு வியக்கத்தக்க பல வேலைகளைச் செய்யலாம். உலோகங்களைக் கொண்டு எண்ணற்ற பொருள்களைத் தயாரிக்கும் கலையை மனிதன் அறிந்துள்ளான்.

இப் புத்தகத்தில் கூறப்பட்டுள்ள உலோகங்களின் கதை மனித வாழ்க்கை என்ற நாடக மேடையில் நடைபெறும் ஒரு நாடகமாகும். இந்த நாடகத்தில் இரும்பு, அலுமினியம் குரோமியம் நிக்கல் முதலியவை நடிக நடிகையர். அவை எங்கிருந்து வருகின்றன, எவ்வாறு மாற்றப்படுகின்றன, என்னென்ன வேலைகள் செய்கின்றன என்பதே நாடகத்தின் கதையாகும். இவற்றில் இருபதாம்

நூற்றுண்டில் இரும்பு கதாநாயகனுகவும், கறைபிடிக்காத நிக்கல் கதாநாயகியாகவும், மக்னீஷியம், அலுமினியம் போன்ற லேசான உலோகங்கள் உப நடிகர்களாகவும் பங்கு பெறுகிறுர்கள். இது கருத்தைக் கவரும் ஒரு நாடகம். ஆனுல், முடிவில்லா நாடகம். இந்த நாடகத்தில் இன்று சில்லரை வேடம் தாங்கும் ஒரு உலோகம் நாளை கதா நாயகனுக மாறிவிடலாம். இத்தகைய வியப்புமிக்க நாடகத்தைக் காண உங்களை அழைத்துச் செல்கிறேம். இதோ நாடகத்தைக் கண்டு களியுங்கள். முதல் காட்சியிலேயே கதாநாயகன் அல்லவா தோன்றுகிறுன். நாடகம் சுவையாக இல்லாமல் வேறு எப்படி இருக்க முடியும்?

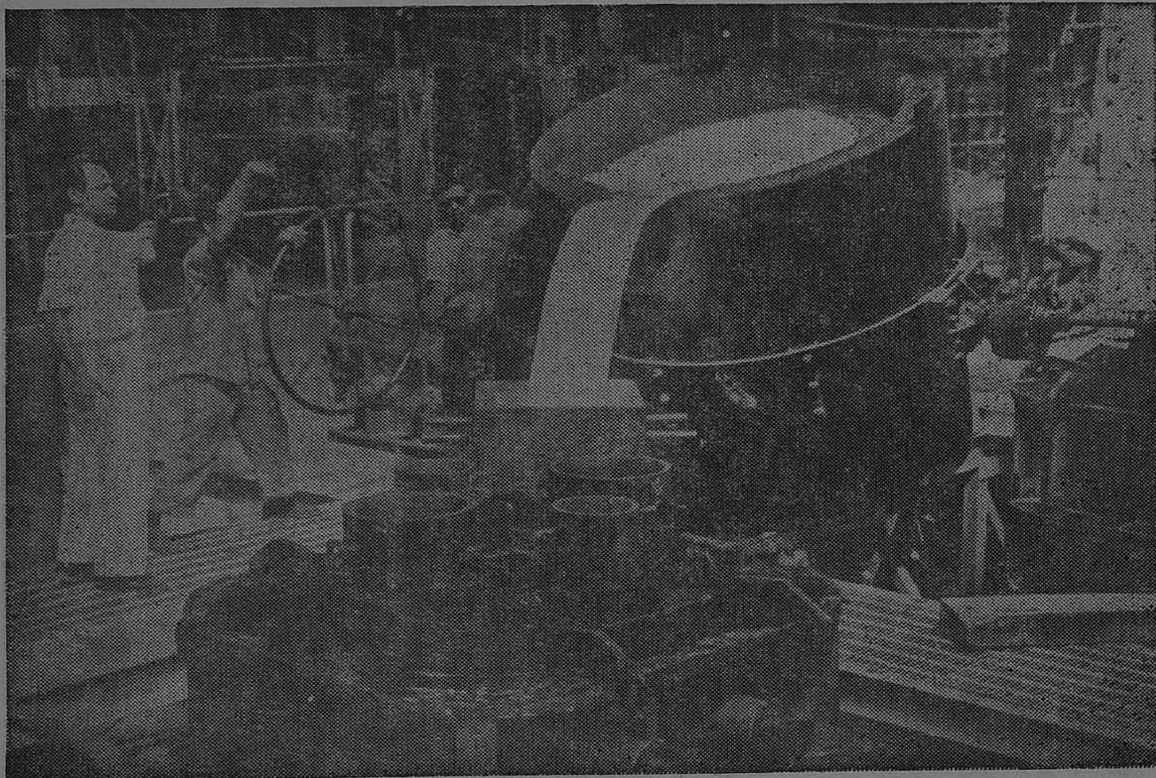
பி. எஸ். தியாகராஜன்.

பொருளடக்கம்



ரூர்கேலாவில் உள்ள ஊதுஉலையின் (Blast burnace)
முன்பக்கத் தோற்றம் (பக்கம் 7 பார்க்க)

Courtesy, Ministry of I & B Government of India



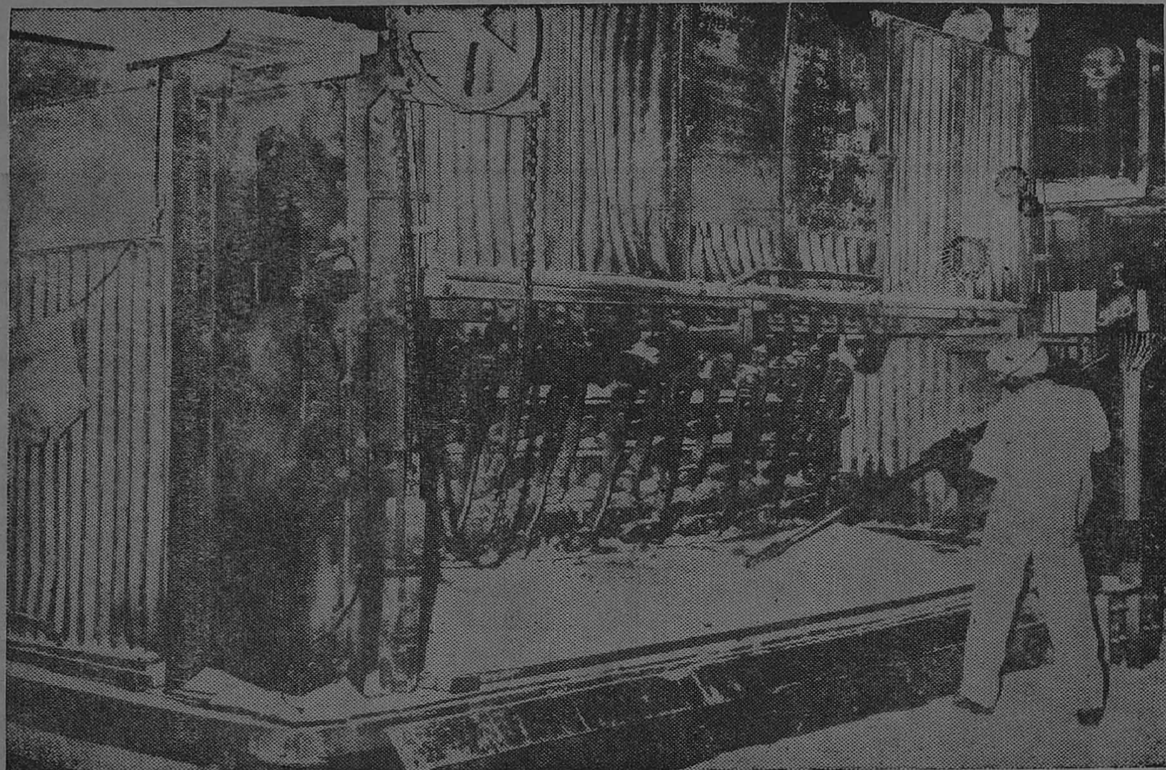
துர்காபூரில் உள்ள இரும்புத் தொழிற்சாலையில் உருகிய இரும்புத் திரவம் அச்சுக்களில் ஊற்றப்படும் காட்சி (பக்கம் 10 பார்க்க)

Courtesy, Ministry of I & B, Government of India



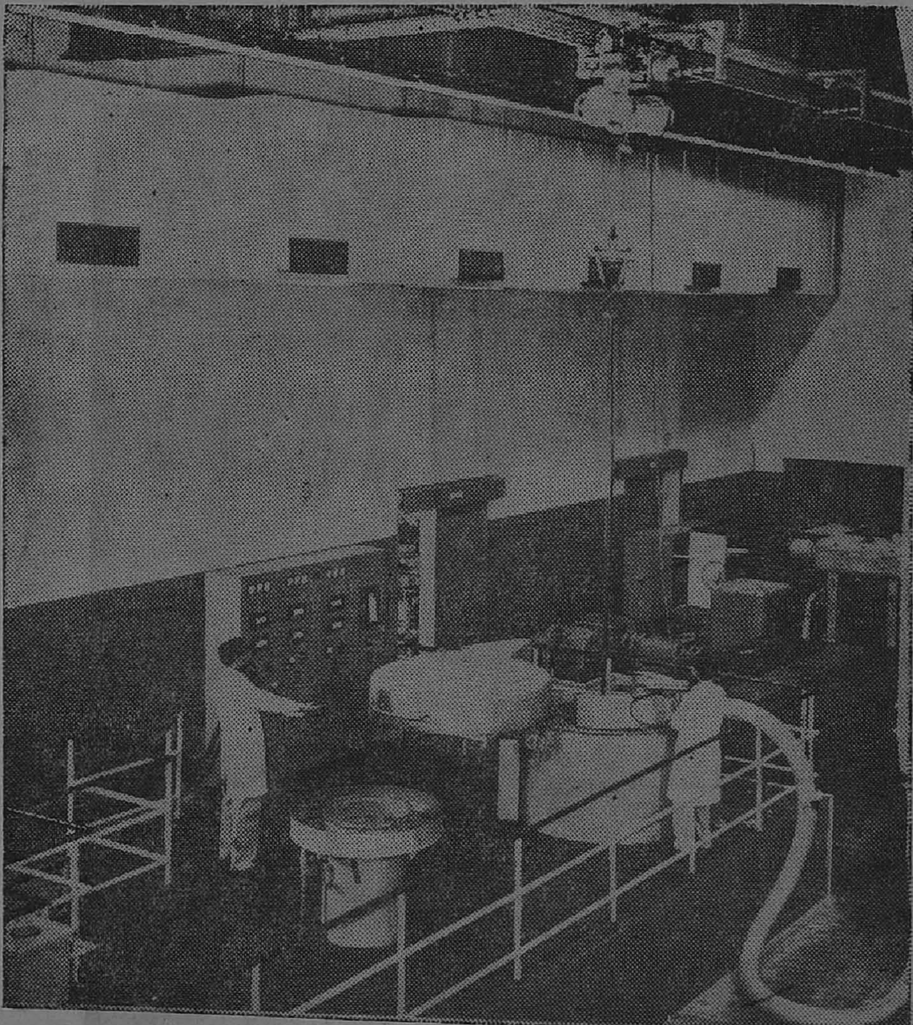
வரிசையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் அச்சுக்களில் உருகிய இரும்புத் திரவம் ஊற்றப்படுவதை இப்படத்தில் காணலாம். உருகிய இரும்புத் திரவத்தைக்கொண்ட மாபெரும் பாத்திரத்தை பெரியதோர் கொக்கி தாங்கிக்கொண்டிருப்பதைக் கவனிக்கவும் (பக்கம் 13 பார்க்க)

Courtesy, Ministry of I & B Government of India

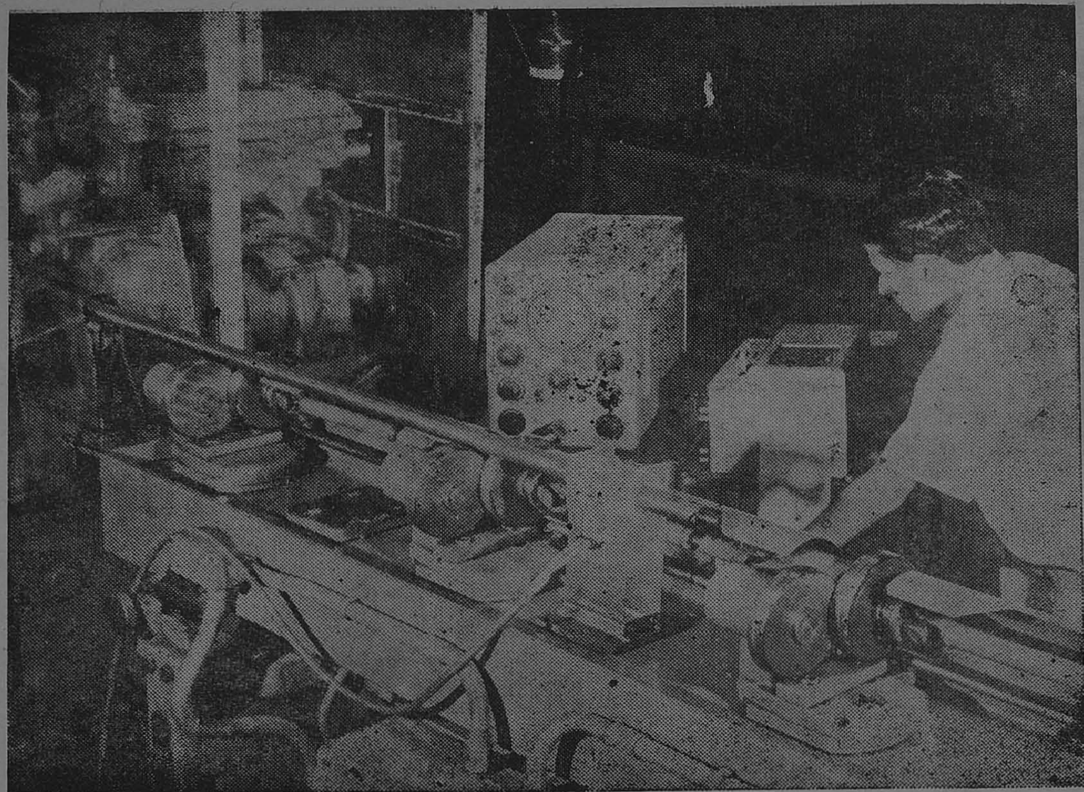


அலுமினியம் தயாரிப்பதற்கான மின் பகுப்பு உலையின் (Electrolytic Furnace) தோற்றம். (பக்கம் 56 - 57 பார்க்க)

Courtesy, Indian Aluminium Co., Ltd., Alwaye.



அணு 'ரியாக்டரில்' பயன்படுத்துவதற்காக
யுரேனிய உலோகம் குச்சிகள் (Rods) வடிவாக்கப்படும்
பகுதியின் பொதுத் தோற்றம் (பக்கம் 129 பார்க்க)
Courtesy, Government of India Atomic Energy
Establishment, Trombay.



யுரேனியக் குச்சி (Uranium Rod) இயந்திரத்தின் அண்மைத் தோற்றம்
(பக்கம் 130 பார்க்க)

Courtesy, Government of India Atomic Energy Establishment, Trombay.

உலகமும் உலோகமும்

இரும்பு

மிக முக்கியமான உலோகம்.

நாம் நமது அலுவலறை அல்லது அறையில் உட்கார்ந்து இருக்கும் பொழுது சற்றே நமது கண்களை அறையைச் சுற்றிச் சுழல விட்டால் நம் கண்கள் எங்கு திரும்பினாலும் அங்கு இரும்பினால் ஆன ஏதாவது ஒரு பொருள் மீது நிலைக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை. குண்டூசிகள், கிளிப்புகள் (Clips), பேனா நிப்புகள், இரும்புப் பேப்பர் வெயிட்டுகள், சன்னல் கம்பிகள், கதவுகளின் பிடிகள், பூட்டுகள், கீல்கள், இவையெல்லாம் நம் கண்களுக்குத் தப்பாது. வெளியே பாதையில் சைக்கிள்கள், கார்கள், லாரிகள், பஸ்கள் முதலியன கண்பார்வையில் விழும். இவற்றில் பெரும்பாலான பகுதிகள் இரும்பாலும், எஃகாலும் ஆனதே. கப்பல்கள், விமானங்கள், இரயில்கள், ட்ராலிகள் இவைகளைக் கட்டுவதற்கு இரும்பும் எஃகும் ஏராளமாகத் தேவைப்படுகிறது. பெரிய பாலங்கள், நீர் மின்விசைத் திட்டங்கள் ஆகியவை நிர்மாணிக்கவும் இரும்பு தேவைப்படுகிறது. நம் வாழ்வில் இரும்பின் தேவை நாளுக்கு நாள் பெருகிவருகிறது. எவ்வளவு அதிகமாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிறதோ அவ்வளவுக்கும் மேலாகவே எஃகு தேவைப்படுகிறது. உலகிலேயே மிக அதிக அளவு எஃகு உற்பத்தி செய்யும் ஐக்கிய அமெரிக்

காவும் மேலும் அதிக அளவு எஃகு உற்பத்தி செய்ய விழைகிறது. எஃகு உற்பத்தியில் மிக முன்னேற்றம் அடைந்துள்ள பிரிட்டன், மேற்கு ஜெர்மனி, ரஷ்யா, ஜப்பான் ஆகிய பிற நாடுகள் தங்கள் தங்கள் நாடுகளில் மேலும் அதிக எஃகு உற்பத்தி செய்வதற்காக இரும்புக் கனி உலகில் எங்கெல்லாம் கிடைக்கும் என்று தேடி வருகின்றன. நவீன உலகில் இரும்பின் முக்கியத்வத்தை எடுத்துக் கூறுவதற்கு இது ஒன்றே போதுமான உதாரணமாகும்.

நம் நாடு சுதந்திரம் அடைவதற்கு முன்னல் உற்பத்தி செய்து வந்ததைப் போல் பல மடங்கு அதிகமாக எஃகு உற்பத்தியை இப்போது பெருக்கி உள்ளது. ஆயிரக் கணக்கான டன்கள் இரும்புக்கனி ஜப்பானுக்கு ஏற்று மதி செய்யப்படுகிறது—அங்கிருந்து எஃகுப் பொருளை அதிக அளவில் திரும்பப் பெறுவதற்காக. பிலாய், ரூர் கேலா, துர்காபூர், ஜெம்ஷட்பூர் ஆகிய இடங்களில் இரும்புத் தொழிற்சாலைகள் ஏற்கனவே நிறுவப் பட்டுள்ளன. பொகாரோ, சேலம் ஆகிய இடங்களில் இத் தொழிற்சாலைகளை நிறுவ முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப் பட்டு வருகின்றன. எங்கெங்கு இரும்புக்கனியும், நிலக் கரியும் கிடைக்கிறதோ அங்கெல்லாம் இரும்புத் தொழிற் சாலை அமைக்கப் பாடுபட்டு வருகிறோம். எஃகுக்கான ஆசை அத்தனை தீராததாக இருக்கிறது. தற்காலத்தில் ஒரு நாட்டின் செழிப்பு அங்கு உற்பத்தி செய்யப்படும் எஃகின் அளவைக் கொண்டே மதிப்பிடப்படுகிறது. எனவே, எஃகு என்பது என்ன, அது எங்கிருந்து கிடைக் கிறது, எங்ஙனம் தயாரிக்கப்படுகிறது, எவ்விதங்களில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது என்பதை அறிய வேண்டு மென்ற ஆவல் தோன்றுகிறதல்லவா ?

மனிதன் இரும்பு, எஃகு ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பது எங்ஙனம் என அறிவதற்கு முன்பே, கடவுள் அவன் மீது கருணை கொண்டு, சுத்தமான இரும்பைப் பெருத்த அளவில் அவனுக்கு அளித்து வந்தார். கேட்க வியப்பாக இருக்கிறதா? இதில் வியப்பு ஏதும் இல்லை. இரும்பு விண் கற்களாக வானிலிருந்து பூமியில் வந்து விழுந்தது. விண் கற்களில் இரும்பு, நிக்கல் ஆகிய உலோகங்கள் பெரும் அளவில் இருந்தன. 1894-ம் ஆண்டில் வட துருவத்தை முதன் முதல் அடைந்த கமாண்டர் ராபர்ட். இ. பியரி (Robert E. Peary) என்பவர் கிரீன்லாந்தை ஆராய்ந்து வரும்போது ஒரு எஸ்கிமோ அவரை அங்கு ஓர் இடத்தில் விழுந்து கிடந்த ஒரு பெரிய விண் கல்லுக்கு அழைத்துச் சென்றான். அது நிலத்தில் பாதி புதைந்திருந்தது. முழுதும் சுத்தமான இரும்பாக இருந்தது. சுமார் 100 ஆண்டுகளாக அப்பிரதேசத்தில் வாழும் எஸ்கிமோக்கள் அதிலிருந்து தங்களுக்குத் தேவையான அளவு இரும்பைப் பெயர்த்து எடுத்துத் தங்களுக்குத் தேவையான கத்தி, ஆயுதங்கள் முதலிய கருவிகளைச் செய்து வந்தனர். பியரி சென்று பார்த்த போதும் அங்கு 37 டன் மீதம் இரும்பு இருந்தது. பின்னர் இக்கல் நியூயார்க் நகரத்துப் பொருட்காட்சிக்குக் கப்பலில் அனுப்பி வைக்கப் பட்டது. இது கடவுளால் நமக்கு அளிக்கப்பட்ட இரும்பல்லவா? ஆனால், நமக்குத் தேவைப்படும் இரும்பு முழுதும் மேற்கூறியவாறு விண்ணிலிருந்து விண்கற்கள் மூலமாகக் கிடைக்கட்டும் என்று நாம் காத்திருந்தால் விஞ்ஞானத்திலும், தொழில் நுட்பத்திலும் தற்போது ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றத்தை மனிதகுலம் அடையப் பல நூற்றாண்டுகள் பிடித்திருக்கும். எனவே தன் சொந்த முயற்சியில் இரும்பு தயாரிக்கும் வழியைக் கண்டுபிடிக்க மனிதன் முயற்சி மேற்கொள்ளலானான்.

இரும்பு, பூமியின் மேற்பரப்பில், அதாவது தரையிலிருந்து சுமார் 10 மைல் ஆழத்தில், ஏறத்தாழ 5–06 சதவீத அளவுக்குக் காணப்படுகிறது. ஆனால் கடவுள் அளிக்கும் இரும்பைப்போல் உடனடியான உபயோகத்துக்குத் தகுந்ததாக இல்லாமல் அசுத்தமான இரும்பாகத்தான் இது கிடைக்கிறது. அங்கு இது இரும்பு ஆக்சைடாகக் காணப்படுகிறது. அதாவது இரும்பும் பிராணவாயுவும் கலந்த நிலையில் கிடைக்கிறது பிராண வாயுவுடன் மிக விரைவில் சேருவது இரும்பின் தனிப்பட்ட குணமாகும். இது மிகவும் சாதாரண நிகழ்ச்சியாகும். இதைத்தான் இரும்பு துருப்பிடித்தல் என்கிறோம். எனவே, இயற்கையில் இரும்பு 'ஆக்சைடாக' (Oxide) அல்லது 'ஹேமடைட்'(Heamatite)ஆகக் கிடைக்கிறது. இதை Fe_2O_3 என்று எழுதுவர். இரும்பு மிக விரைவில் பிராண வாயுவுடன் சேருவதால் அதைக் காட்டிலும் அதிக விரைவாகப் பிராணவாயுவுடன் சேரும் வேறொரு பொருளை நாம் தேடவேண்டியுள்ளது. இதற்கு நாம் கரியை உபயோகிக்கிறோம். கரி பிராணவாயுவுடன் இணைத்து, இரும்பு ஆக்சைடிலிருந்து இரும்பைப் பிரித்து விடுகிறது. இதிலிருந்து இரும்புத் தொழிற்சாலைகளில் நடைபெறும் அடிப்படை இரசாயனக் கிரியையைப் பின் வருமாறு எழுதலாம்:

இரும்பு ஆக்சைடு + கரி = இரும்பு + கரி ஆக்சைடு. இரும்புக் கனியிலிருந்து இரும்பைப் பிரித்தெடுப்பதில் உள்ள அடிப்படை இரசாயனக்கிரியை இதுதான். அடிப்படைக் கிரியை எளிதாகத்தான் காணப்படுகிறது. ஆனால், உலோகத் தொழிலும், தொழில் நுட்பமும் வியக்கத்தக்க அளவு பெரிது.

முன் காலத்தில் மக்கள் இரும்புக் கனியையும் கரியையும் ஒன்று கலந்து அடுப்புக்கரியில் 3 நாட்களுக்கு

எரிப்பார்கள். நெருப்பு அணைந்ததும் சாம்பலின் நடுவே இரும்பு கட்டியாகக் காணப்படும். ஆனால், இது கடற் பஞ்சு(Sponge)போல் மிருதுவாக இருக்கும். இந்தநிலையில் இரும்பு உருகி இருக்காது. ஏனெனில், இரும்பு உருகுவதற்கு 1500° க்கு மேல் உஷ்ணம் தேவைப்படுகிறது. கரி அடுப்பில் இவ்வளவு உஷ்ணம் எங்கிருந்து கிடைக்கும்? இதன் பின்னர் கி. பி. 7-ம் நூற்றாண்டில் அடுப்புக் கரியைக் காட்டிலும் நிலக்கரி சிறந்தது என்று கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இரும்பை உருக்க அடுப்புக்கரி பயன் படுத்தப்பட்ட பொழுது இத்தொழில் காடுகளுக்கு அருகில் நிறுவப்பட்டது. ஆனால், நிலக்கரியின் உபயோகம் தெரிய வந்ததும் இது நிலக்கரிச் சுரங்கங்களுக்கு அருகில் நிலைபெறலாயிற்று. நிலக்கரியை உபயோகிப்பதன் மூலம் ஒரு வாரத்தில் சுமார் 3 டன் வார்ப்பு இரும்பு தயாரிக்க முடியும். இதன் பிறகு 18-ம் நூற்றாண்டில் கல்கரி (Coke) நிலக்கரியைக் காட்டிலும் சிறந்த எரி பொருள் என்றும், ஒரு சிறந்த இரசாயனக் குறைப்பான் (Chemical Reducer) (அதாவது பிராணவாயுவுடன் விரைவில் சேருவது) என்றும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதன் மூலம் அதிக அளவில் இரும்பு தயாரிப்பது எளிதாயிற்று.

இப்பொழுது இரும்புக் கனியிலிருந்து இரும்பைப் பிரித்தெடுக்கும் அடுப்புக்கு 'ஊது உலை' (Blast Furnace) என்று பெயர். இம்முறையில் செய்யப் பட்டுள்ள அபி விருத்தி காரணமாக, 18-ம் நூற்றாண்டில் ஒரு ஆண்டு முழுமையிலும் எவ்வளவு இரும்பு தயாரிக்க முடிந்ததோ அதை 12 மணி நேரத்தில் தயாரிப்பது சாத்தியமாகி யுள்ளது.

தற்காலத்தில் நிறுவப்படும் பெரிய இரும்பு ஊது உலைகளில் ஒரு நாளைக்குச் சுமார் 1000டன் இரும்பு தயாரிக்கலாம். இந்த அளவு இரும்பு தயாரிக்க 2000டன்

சுத்தமான இரும்புக்கனி தேவைப்படுகிறது. இது தவிர 900-டன் கல்கரியும் வேண்டும். கல்கரி கீழ்க் காணும் வேலைகளைச் செய்கிறது. ஊதுஉலையில் இரசாயனக்கிரியை (Chemical Reaction) ஏற்படுவதற்கு வேண்டிய சூட்டை இது உண்டாக்குகிறது. பிறகு இது அங்கு இரும்பையும் பிற கலப்புப் பொருள்களையும் உருகும்படி செய்கிறது. இத்துடன் அது இரும்புக் கனியில் உள்ள பிராண வாயு வுடன் இரசாயனக் கிரியை புரிந்து இரும்பைப் பிரித்துத் தருகிறது. இரும்புடன் கலந்துள்ள பிற பொருள்களை ஆங்கிலத்தில் 'ஸ்லாக்' (Slag) என்பர். இரும்புக் கனியில் இரும்பு மட்டும் இருப்பதில்லை. அத்துடன் மணல் (சிலி கோன் டையாக்சைடு) மற்றும் பல உலோகங்கள் கலந் திருக்கும். இரும்புக் கனியிலிருந்து வரும் பிராணவாயு வுடன் கலந்து சுத்தமான இரும்பைத் தருவதற்கு எப்படி கரி தேவைப்படுகிறதோ, அங்ஙனமே இரும்புடன் கலந் துள்ள தேவையற்ற பொருள்களைப் பிரிப்பதற்கு வேறு ஒரு பொருள் தேவைப்படுகிறது. இதற்குத்தான் சுண்ணம்புக்கல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இவ்வேலைக்குச் சுண்ணம்புக் கல்லே உபயோகிக்கப் பட்டாலும், கலப்புப் பொருள்களின் இரசாயனத் தன்மை களுக்கு ஏற்ப வேறு பொருள்களும் உபயோகிக்கப் படுவது உண்டு. இரும்புக் கனியுடன் கூடி உள்ள அசுத் தங்களுடன் கலந்து, அவற்றை உருக்கிப் பிரித்து விடுவ தால் சுண்ணம்புக் கல் 'இளக்கி' (Flux) என்று குறிப்பிடப் படுகிறது. சுண்ணம்புக் கல்லுடன் கலந்து உருகி நிற்கும் பொருளைக் கழிவு (Slag) என்று குறிப்பிடுவார்கள். எனவே, 2000 டன் இரும்புக் கனியும், 600டன் சுண்ணம்புக் கல்லும் உபயோகிக்கும் போது 700 டன் கழிவு கிடைக் கிறது.

இனி ஒரு ஊது உலையின் தோற்றத்தையும், அது வேலை செய்யும் விதத்தையும் பார்ப்போம். இரும்பு உருக்கும் தொழிற்சாலையில் ஊது உலைதான் நடு நாயகமாக விளங்கும். இதைச் சுற்றித்தான் பிற வேலைகளுக்கான கட்டடங்கள் கட்டப்படுகின்றன. உதாரணமாக, நிலக்கரியைக் கல்கரியாக மாற்று வதற்கான பெரிய அடுப்புக்களும், கல்கரி, இரும்புக் கனி, சுண்ணும்புக் கல் ஆகியவற்றைச் சேகரித்து வைப்பதற்கும், ஒன்று கலப்பதற்குமான இயந்திரங் களும், சூடான காற்றை உற்பத்தி செய்வதற்கும், அக் காற்றை உலைக்குள் செலுத்துவதற்குமான இயந்திரங் களும், உருகி வரும் இரும்பை வார்ப்பு இரும்பாகச் செய் வதற்கான பெரிய வார்ப்புப் படுகைகளும், ஊது உலை யைச் சுற்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஊது உலை செங்கல்லால் ஆன ஒரு கட்டடம் ஆகும். இது சுமார் 100-அடி உயரம் இருக்கும். அடிப்பக்கத்தில் சுமாரான அகலமும் தலைப் பக்கத்தில் போகப் போகக் குறுகலாகவும் இதன் அமைப்பு இருக்கும். மிக அகல மான இடத்தில் இதன் குறுக் களவு சுமார் 28 அடி இருக் கும். இந்த அளவுள்ள ஊது உலையை அமைப்பதற்குச் சுமார் 10 லக்ஷம் உருகாத செங்கற்கள் தேவைப்படு கிறது. ஊது உலை அங்கு ஏற்படும் 1800° உஷ்ணத்தைத் தாங்க வல்லதாகவும், உருகிய இரும்பு, உருகிய கழிவு, இன்னும் பிற இரசாயனப் பொருள்களால் பாதிக்கப் படாததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

இனி ஊது உலை வேலை செய்யும் விதத்தைக் கவனிப் போம். முதலில் இரும்புக்கனி, சுண்ணும்புக் கல், கல்கரி ஆகியவை சரியான அளவில் ஒன்று கலக்கப்பட்டு ஊது

உலையின் தலைப் பக்கத்தின் வழியாக உள்ளே போடப் படுகின்றன. ஊது உலையின் வேலை தொடர்ந்து நடை பெறும் வேலையாகும். அதாவது ஒரு முறை அது வேலை செய்யத் தொடங்கி விட்டால் மாதக்கணக்கில், வருடக் கணக்கில் அது தொடர்ந்து வேலை செய்து கொண்டே இருக்கும். சில சமயங்களில் 10 ஆண்டுகள் கூட வேலை தொடர்ந்து நடை பெறுவதுண்டு. எனவே, துணை வேலை களும் தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டியது அவசியமா கிறது. இரும்புக் கனியையும், சுண்ணும்புக் கல்லையும் உலையில் போடும் இயந்திரம் இடைவிடாது வேலைசெய்து வர வேண்டி இருக்கிறது. இதே போல் சூடான காற்றை உற்பத்தி செய்து உலைக்குள்ளே செலுத்தும் வேலையும், உருகிய இரும்பை வெளியே எடுத்தலும், கழிவுப் பொருள்களை அப்புறப்படுத்துதலும் இடை விடாமல் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

இனி ஏற்கனவே எரிந்து கொண்டிருப்பதும், இரும்பை அளித்து வருவதுமான ஊது உலைக்குள் புதிய கலவையை எங்ஙனம் போடுகிறார்கள் என்பதைக் காண் போம். ஊது உலையின் தலைப் பக்கத்தில் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக இரண்டு அறைகள் இருக்கின்றன. இரண்டு அறைகளிலும் கிண்ணக் கூம்புப்பொறி (Cup and Cone) ஒன்று அமைக்கப் பட்டிருக்கும் முதலில் கலவை மேல் அறையிலுள்ள கிண்ணத்தின் வழியாகக் கூம்பினுள் போடப்படும். பின்னர் உலையின் மேல் பக்கம் காற்றுப் போகாதபடி மூடப்பட்டு விடும். கலவை மேல் அறையிலி ருந்து கீழ் அறைக்குள் போடப்படும். இந் நிலையில் கலவை உலையில் செலுத்தப்படும் சூடான காற்றுக்கும், உலையின் சூட்டுக்கும் உள்ளாகிறது. கலவை உலையில் நடுப் பாகத்தில் ஒரே சீராகப் பரவுமாறு செய்யும் பொருட்டு, சுழலும் இயந்திரம் ஒன்று கலவை போடப்

படும் இடத்தில் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். கலவை உலையின் உள்ளே செல்லச் செல்ல, கல்கரியிலுள்ள கரியோடு இரும்புக் கனியிலுள்ள பிராணவாயு கூடுவதால் கார்பன் மானுக்சைடு (Carbon monoxide) என்னும் வாயு உண்டாகிறது. உலையின் அடிப்பாகத்திற்குச் செல்லும் போது அங்கு 1800°க்கும் மேலான உஷ்ணம் இருப்பதால் கலவை உருகி உலையின் அடிப்பாகத்தில் தேங்குகிறது. இவ்வாறு தேங்கும் உருகிய இரும்பு உலையின் அடிப்பக்கத்தின் வழியாக வெளியே வருகிறது.

இரும்பை உருக்குவதற்கும், கழிவை உருக்குவதற்கும் இரும்பு ஆக்சைடை இரும்பாக்குவதற்கான இரசாயனக் கிரியைக்கும் தேவையான சூடு உலைக்கு எங்கிருந்து கிடைக்கிறது? உலையின் அடிப்பாகத்தில், தரையிலிருந்து சுமார் 8 அடி உயரத்தில் உலையைச் சுற்றிலும் பல துளைகள் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இத்துளைகளை 'ட்வீர்' (Tuyeres) என்று அழைப்பர். இத்துளைகளின் வழியாக வெப்பமான காற்று உலைக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இச்சூடான காற்று உலைக்குள் இருக்கும் கல்கரி எரிவதற்குத் துணைசெய்கிறது. இதனுல் அங்கு மிகுதியானஉஷ்ணம் உண்டாகிறது. எனவே, உஷ்ணக் காற்றை உள்ளே செலுத்துவது ஊது உலையின் ஒரு முக்கியமான அமைப்பாகும். இன்னும் கூறப்போனுல் தற்கால ஊது உலையில், உபயோகப்படுத்தப்படும் கலவையை விட அதிக அளவு காற்று உபயோகிக்கப்படுகிறது. 1000 டன் இரும்பு உற்பத்தி செய்வதற்கு 4000 டன் காற்று உஷ்ணப்படுத்தப்பட்டு உபயோகிக்கப்படுகிறது. எனவே, இரும்பு தயாரிப்பதில் காற்றையும் ஒரு கச்சாப் பொருளாகக் கொள்ளலாம். ஆனுல், சாதாரணக் காற்று உலையைக் குளிரச் செய்து விடும். எனவேதான் இது உஷ்ணப்படுத்தப்பட்டு உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது.

உபயோகத்துக்குப்பின் இக்காற்று உலையின் மேல் பக்கத்தில் உள்ள ஒரு குழாயின் வழியாக வெளியே வரும். இங்ஙனம்வரும்போது அது சூடாகவே இருக்கும். எனவே, இச் சூடான கழிவுக் காற்று புதிய காற்றைச் சூடாக்க உபயோகிக்கப்படும். இதுவும் ஒரு தொடர்ச்சியான வேலையாகும். சூடான காற்று உள்ளே செலுத்தப்படுவதும், பின் வெளியேறும் சூடான கழிவுக் காற்றினால் புதிய காற்று சூடாக்கப்பட்டு உள்ளே செலுத்தப்படுவதுமாக இவ்வேலை தொடர்ந்து நடைப்பெற்றுக் கொண்டே இருக்கும். இதன் மூலம் எவ்வளவு முடியுமோ அவ்வளவு உஷ்ணம் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இம் முறையில் காற்று சூடாக்கப் படவில்லையென்றால் 4000 டன் காற்றைச் சூடாக்குவதற்கு மிகுந்த செலவாகும் என்புதைக் கூற வேண்டியதில்லை.

உலையை விட்டும், தொழிற்சாலையை விட்டும் இரும்பு எந்த உருவில் வெளியே வருகிறது என்பதை இனிக் காண்போம். இரும்பு உலையை விட்டு உருகிய திரவமாக வெளியே வருகிறது. இரும்பு சுமார் 1500° உஷ்ணத்தில் உருகுகிறது என்னும் போது திரவ நிலையில் இருக்கும் இரும்பின் உஷ்ணத்தை நீங்களே கற்பனை செய்துகொள்ளலாம். இத்திரவம் தண்ணீர் போல அருகில் உள்ள மணலால் ஆன வார்ப்புப் படுகையில் உள்ள அச்சுக்களில் பாய்கிறது. இந்த அச்சுகள் செங்கல் போன்ற உருவம் கொண்டிருக்கும். இங்கு தேங்கும் திரவம் உறைந்ததும் செங்கல் போன்று கட்டி கட்டியாக ஆகிறது. இதைத் தான் வார்ப்பு இரும்பு (Pigs) என்கிறோம். ஒவ்வொரு வார்ப்பு இரும்புக் கட்டியும் சுமார் 50 முதல் 100 ராத்தல் எடை கொண்டதாக இருக்கும். இக்கட்டிகள் இரும்பு வேலை செய்யப்படும் பட்டறைகளுக்கு நேராக அனுப்பப் படுகின்றன. பட்டறையில் இதை வார்ப்பிரும்பாகவும், தேன் இரும்பாகவும் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.

வார்ப்பு இரும்பாகவும் உபயோகப் படுவதைவிட எஃகாகத்தான் இரும்பு அதிக அளவில் உபயோகப் படுகிறது. விண்ணைத் தொடும் கட்டடங்கள், பெரிய பெரிய கப்பல்கள், ஜெட் விமானங்கள் ஆகியவை கட்டப் பெருத்த அளவில் எஃகு உபயோகிக்கப்படுகிறது. 'குவீன் மேரி' (Queen Mary) என்ற கப்பலைக் கட்டுவதற்கு 80 ஆயிரம் டன் எஃகு உபயோகிக்கப் பட்டுள்ளது. இரயில் தண்டவாளங்களும், இரயில் என்ஜினும், சக்கரங்களும், எஃகினால் ஆனவையே. எனவே இப்போது எஃகு தயாரிக்கப்படும் விதத்தைக் காண்போம்.

தங்கம், வெள்ளி, செம்பு போன்று இரும்பும் ஒரு உலோகமாகும். ஆனால், எஃகு ஒரு கலப்பு உலோகம் (Alloy) ஆகும். இரும்புடன் கரி போன்ற தனிமங்கள் (Elements) அல்லது நிக்கல், குரோமியம், மாங்கனீஸ் போன்ற உலோகங்களைச் சேர்த்து எஃகு தயாரிக்கப் படுகிறது. எஃகில் பிற உலோகங்கள் இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலும் குறைந்த அளவு கரி அத்துடன் சேர்ந்திருக்கும். இந்தச் சிறிய அளவு கரிதான் எஃகுக்கு அத்துணை வலிமை அளிக்கிறது. இங்கு ஒரு ஐயம் எழலாம். ஊது உலையில் கல்கரி உருவில் நிறையக் கரி இருக்கும் போது அதிலிருந்து வெளிவரும் இரும்பில் நிறையக் கரி இருக்கும் அல்லவா என்று நீங்கள் வினவலாம். இது உண்மைதான். வார்ப்பு இரும்பில் 3–5% கரி இருக்கும். ஆனால் இரும்புக்குத் தேவையான வலிமை கொடுப்பதற்கு இவ்வளவு கரி அதில் இருக்கக் கூடாது. இது தேவைக்கு அதிகமானதாகும். அதிகப்படியான கரி உலோகத்தை வலிமையற்றதாக்கி விடும். எனவே, கரி அதிகம் உள்ள வலிமையற்ற இரும்பை வலிமையுள்ள எஃகாகச் செய்வதற்கு அதிலுள்ள கரியைத் தேவையான அளவுக்குக் குறைப்பது முதல் வேலையாகிறது. எஃகில் அதிகப்படியாக 1.5% கரி இருக்கும். பெரும்

பாலும் இதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இரும்பில் உள்ள அதிகப்படியான கரி எங்ஙனம் அகற்றப்படுகிறது?

இரும்பிலிருந்து எஃகு தயாரிப்பதற்கு இரண்டு முக்கியமான முறைகள் தற்போது புழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன. ஒன்று 'பெஸிமர் முறை' (Bessemer Process) எனப்படும். மற்றது கணப்பு முறை அல்லது திறந்த அடுப்பு முறை (Open Hearth Process) எனப்படும். இவற்றில் பெஸிமர் முறை முதலில் கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இம்முறை 1856-ம் ஆண்டிலேயே மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஹென்றி பெஸிமர் (Henri Bessemer) என்பவர் ஒரு ஆங்கிலேயர். இவர் துப்பாக்கிகளும், கைத்துப்பாக்கிகளும் தயாரித்து வந்தார். தான் உபயோகித்து வந்த வார்ப்பு இரும்பின் தரத்தை உயர்த்துவதற்கு இவர் முயற்சிகள் செய்து வந்தார். ஏனெனில் வார்ப்பு இரும்பு உடையும் தன்மை கொண்டதாக இருந்தது. எனவே, பெஸிமர் தான் உபயோகித்த வார்ப்பு இரும்பின் மீது சூடான காற்றைச் செலுத்தி அதிலுள்ள கரியை ஆவியாக்கி அப்புறப் படுத்துவதற்கு ஏற்பாடு செய்தார். இதன் மூலம் வார்ப்பு இரும்பின் தரம் உயர்ந்ததை அவர் விரைவில் கண்டார். இம்முறை மூலம் அவருக்கு அநேகமாகச் சுத்தமான இரும்பு அவருக்குக் கிடைத்தது. இம்முறையில் அவருக்குக் கிடைத்த வெற்றி, வார்ப்பு இரும்பின் மீது அதிக அளவு சூடான காற்றைச் செலுத்தி அதிலிருந்து கரியை அகற்று வதற்கான பெரிய தொரு இயந்திரத்தைச் செய்வதற்கு அவருக்கு ஊக்கம் அளித்தது. இதுதான் தற்காலத்தில் எஃகு தயாரிப்பதற்கான முக்கியமான அடிப்படையாகும்.

கட்டடம் கட்டு மிடத்தில் 'கான்க்ரீட்' கலவை தயார் செய்வதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் இயந்தி

ரத்தை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். அதில் கான்க்ரீட் கலக்கப்படும். பாத்திரம் நடுவில் அகன்றும், தலைப்பக்கத்திலும் அடிப்பக்கத்திலும் கொஞ்சம் குறுகியும் இருப்பதையும், ஒரு படுக்கை நிலை அச்சில் அது சுழலுவதையும் நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். எஃகு தயாரிப்பதற்கு பெஸிமர் தயாரித்த இயந்திரமும் பார்ப்பதற்கு இதே போன்று தான் இருந்தது. இந்த இயந்திரத்தை இப்போது 'பெஸிமர் கன்வெர்ட்டர்' (Bessemer Converter) என்று அழைக்கிறார்கள். இதில்உள்ள பாத்திரம் நேராக இருக்கும் போது இதில் உருகிய இரும்பு ஊற்றப்படுகிறது. இந்த உருகிய இரும்புக்குள் சூடான காற்று இப்பாத்திரத்தின் அடிப்பக்கத்திலிருந்து செலுத்தப் படுகிறது. காற்றிலுள்ள பிராணவாயு இரும்புடன் கலந்துள்ள கரி, சிலிகோன், மாங்கனீஸ், மற்றும் இதர அசுத்தங்களை ஆக்சைடுகளாக்கி ஆவியாக வெளியே அனுப்பி விடுகிறது பாத்திரத்தில் மீதி இருப்பது எஃகு ஆகும். இந்த வேலை முழுதும் சுமார் 20 நிமிடங்களில் முடிந்து விடும். பாத்திரத்திலுள்ள இரும்பு பிராணவாயுவுடன் சேரும் போது பெருத்த சத்தமும், பெரிய பெரிய தீப் பொறிகளும், கொழுந்து விட்டு எரியும் நெருப்பும் பாத்திரத்திலிருந்து வெளிப்படும். இது பார்ப்பதற்கு அழகான ஒருகாட்சியாகும். பாத்திரத்திலிருந்துவெளிவரும் புகை, நெருப்பு இவைகளே உள்ளே நடைப் பெறும் வேலைகளின் பல படிக்கும் சான்றாக விளங்குகின்றன. முதலில் லேசான நெருப்புப் பொறிகள் பழுப்பு நிறமான புகையுடன் வெளிப்படும். இதன் பிறகு மங்கிய சிவப்பு நிறத்தில் நெருப்புக் கொழுந்து வெளிப்படும். இதற்கு சுமார் 6 நிமிடங்கள் பிடிக்கும். இதற்குள் இரும்பில் உள்ள மாங்கனீஸ், சிலிகோன், இவை ஆக்சைடுகளாக மாறிவிடுகின்றன. இவ்வாறு இவை ஆக்சைடுகளாக மாறும்போது அங்கு உஷ்ணம் 1300° — 1600° வரை ஏறி

விடுகிறது. கடைசியாகப் பாத்திரத்திலிருந்து — 30 அடி உயரம் வரை வெண்மையான தீக்கொழுந்து மேலே எழுந்து ஒளிரும். திடீரென்று தீப்பிழம்பின் உயரம் குறைந்துவிடும். இதிலிருந்து இரும்பை எஃகாக்கும் வேலை முடிந்து விட்டது என அறியலாம்.

பெஸிமர் கண்டு பிடித்த முறை முற்றிலும் குறை யற்றது என்று கூற முடியாது. இம் முறையைத் தொழில் நிலையில் மேற்கொண்ட போது இதிலுள்ள குறைகள் தெரிய வந்தன. நாளடைவில் இக் குறைபாடுகள் ஒவ் வொன்ருகத் தவிர்க்கப்பட்டன. பெஸிமர் கன்வெர்ட்டரில் இருந்து கிடைத்த எஃகு உடையக் கூடியதாக இருந்தது. இதைத் தவிர்ப்பதற்காக இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகிய வற் றின் கலவையைப் பாத்திரத்திலுள்ள வார்ப்பு இரும்போடு சேர்த்தனர். தவிர பெஸிமர் கன்வெர்ட்டர் பாஸ்பரஸ் அசுத்தங்களை அகற்றவில்லை. எனவே, இப் பாத்திரத்தில் மாறுபாடு ஒன்றை இரு ஆங்கிலேயர் செய்தனர். இப் பாத்திரத்தின் உட்புறத்தில் மாங்கனீஸ் அல்லது டோலோ மைட் (dolomite) கலந்த உருகாத செங்கற்கள் பதிக்கப் பட்டன. மேலும், பெரும்பாலும் பாத்திரத்தினுள் செலுத்தப்படும் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் வாயு எஃகுடன் சேர்ந்து சில இடையூறுகளை விளைவித்தது. எனவே, இப்போது சுத்தமான பிராண வாயு அல்லது பிராண வாயு அதிகமாக உள்ள காற்று இவ் வேலைக்கு உப யோகிக்கப்படுகிறது.

இதே போன்று பிரசித்தி பெற்றதும் ஆனல் முற்றிலும் மாறுபட்டதுமான வேறு ஒரு முறையும் எஃகு தயாரிப்பதற்குப் பின்பற்றப் படுகிறது. இதைத்தான் அடுப்பு முறை அல்லது திறந்த அடுப்பு முறை என்பர். இம் முறை டாக்டர் சார்லஸ் சீமன்ஸ் (Dr. Charles Siemens) என்பவரால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இம்

முறையில் ஊது உலையில் உள்ளது போன்ற உயரமான கட்டடமோ, பெஸிமர் முறையில் உள்ளது போன்ற பாத்திரமோ கிடையாது. இங்கு ஒரு நீளமான அடுப்பு உண்டு. இது வளைவான ஒரு மூடியால் மூடப்பட்டிருக்கும். இதன் அடிப் பாகம் ஆழமற்ற குட்டை போல் காணப்படும். இங்குதான் உருகிய இரும்பு தேங்கி நிற்கும். உருகிய இரும்பு இங்கு ஊது உலையிலிருந்து வார்ப்பு இரும்பாக வரலாம் அல்லது வீணான இரும்பி லிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட இரும்புத் திரவமாகவும் இது இருக்கலாம். இந்த அடுப்பில் ஒரே தடவையில் 70–100 டன் திரவம் நிரப்பப்படலாம். சாதாரணமாக முதலில் வீணான இரும்பு திரவ நிலையில் இங்கு நிரப்பப்படுகிறது. பின் வார்ப்பு இரும்பு திரவம் இத்துடன் சேர்க்கப் படுகிறது. சூடான காற்றும் வாயுவும் ஒன்று சேர்ந்து தீப்பிழம்பை உண்டாக்குகின்றன. இது திரவத்தின் மேல் செலுத்தப்படுகிறது. பெஸிமர் முறையில் சூடான காற்று திரவத்தின் ஊடே செலுத்தப்படுகிறது. ஆனால், இங்கு திரவத்தின் மேற் பரப்பில் செலுத்தப்படுகிறது. சூடான எவ்வளவு உஷ்ணத்தைத் தருகிறதோ அவ்வளவு உஷ்ணம் அடுப்பின் மூடியிலிருந்தும் வெளிப்படுகிறது. சூடான காற்றும் வாயுவும் அடுப்பின் இரு ஓரங்களி லிருந்தும் மாற்றி மாற்றிச் செலுத்தப்படுகிறது. அடுப்பில் உள்ள உலோக திரவத்துடன் கொஞ்சம் இரும்புகனி அல்லது இரும்பு ஆக்சைடு சேர்க்கப்படுகிறது. இது இரும்பிலுள்ள கரியை ஆக்சைடாக மாற்றிக் கார்டன் மானுக்சைடாக வெளியே அனுப்புகிறது. இதே போல் திரவத்தில் உள்ள மாங்கனீசும், சிலிகோனும் ஆக்சைடு வாக நடைபெறுவது ஒரு பெரிய அனுகூலமாகும். இவ் வேலை முடிவடைவதற்குச் சுமார் 7 முதல் 16 மணி நேரம் பிடிக்கிறது. இதன் மூலம் மணிக்குச் சுமார் 7 முதல் 10 டன் எஃகு தயாரிக்கலாம். ஆனால், பெஸிமர் முறையில்

ஒரு மணிக்குச் சுமார் 70 டன் எஃகு தயாரிக்கலாம். வேலையும் 20 நிமிடங்களில் முடிவடைந்து விடுகிறது கணப்பு முறைமூலம் கிடைக்கும் எஃகில், கரி, மாங்கனீஸ் முதலியவற்றையும் இதர பொருள்களேயும் ஏறக்குறையச் சரியான அளவில் இருக்குமாறு செய்வது இயலும். சில விசேஷத் தன்மைகள் கொண்ட எஃகுத் தயாரிப்பதற்காக, ஃபெர்ரோ மாங்கனீஸ் (Ferro manganese) ஃபெர்ரோசிலிகோன் போன்ற பொருள்களே அடுப்பிலுள்ள உலோகத் திரவத்தில் கலப்பதும் எளிதாகிறது. இம்முறையில் வீணுன இரும்பையும் எஃகாக மாற்றுவது இயலுகிறது.

இவை தவிர எஃகு தயாரிப்பதற்கு மின்சார ஆர்க் அடுப்பு முறை போன்ற வேறு சில முறைகளும் உள்ளன. ஆனுல், இம்முறைகளேக் குறைந்த செலவில் மின்சாரம் கிடைக்கும் இடங்களில் தான் மேற்கொள்ள முடியும். இம்முறை ஜெர்மனியிலும், நார்வே, ஸ்வீடன் ஆகிய நாடுகளிலும் பின்பற்றப் படுகிறது.

பல நாடுகள் இரும்பு, எஃகு ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கத் தொடங்கியிருப்பினும் மேலே கூறிய முறைகள் தான் அத்தொழிலுக்கு அடிப்படையாக விளங்கும் என்பதில் ஐயமில்லே. ஆனுல் மக்கள் தொகை பெருகி வருவதாலும், இரும்பையும் எஃகையும் உபயோகிக்கும் வழி துறைகளும் அதிகரித்து வருவதாலும், எஃகு, இரும்பு ஆகிய வற்றிற்காக தேவை பெருகிக் கொண்டே தான் இருக்கும். குழந்தைகளின் விளேயாட்டு பொம்மையானுலும், தையல், ஊசியானுலும், பெட்டிகளானுலும், டப்பாக்களானுலும் சரி இவற்றின் தேவை இரும்பு எஃகு இவற்றின் உற்பத்தியைவிட நிச்சயம் அதிகமாகத் தான் இருக்கும் என்பதில் ஐயமில்லே. உலோகங்களில் சாதாரணமான இரும்பின் பெருமை அத்தகையது.

குரோமியம்

கறை பிடிக்கா உலோகம்

"மின்னுவதெல்லாம் பொன்னல்ல" என்பது பழமொழி. இந்த 20-ம் நூற்றாண்டுக்கும் இது மிகவும் பொருத்தமான மொழியாகும். ஏனெனில் இப்போது மின்னுவதெல்லாம் குரோமியம் ஆகும். அன்றாடம் நாம் பல பொருள்கள் வெள்ளிபோல் பளபளப்பாகப் பிரகாசிப்பதைப் பார்க்கிறோம். அவையெல்லாம் குரோமியமே. கார்களின் பளபளப்பான கைப்பிடிகள், முட்டுத் தாங்கிகள் (bumpers) ஜன்னல் கம்பிகள் ஆகியவையும், குளிர் முறைப் பாதுகாப்புப் பெட்டி, உணவு உட்கொள்ள உபயோகிக்கும் கரண்டி, முள் கரண்டி ஆகியவையும், மின்சார 'டோஸ்டரும்' (toaster), கடிகாரங்களும், தண்ணீர் குழாய்களும், குழந்தைகளுக்கான பால் பௌடர் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் பாலைத் தெளித்துக் காய வைக்கும் பெரிய பீப்பாய்களும், பழரசங்கள் தயாரிக்கும் பெரிய பீப்பாய்களும் குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டவையே ஆகும். மோட்டார் கார்கள் தயாரிக்கும் தொழிலில் ஒரு ஆண்டில் உபயோகப்படுத்தப்படும் குரோமியத்தை எடுத்து, ஒரு கஜம் அகலம் உள்ள மெல்லிய தகடாக அடித்தால், அத்தகடு பூமத்திய ரேகையைச் சுற்றிலும் 'பெல்டு' போல் சுற்றும் அளவு நீளமாக இருக்கும்.

உலகில் தயாரிக்கப்படும் குரோமியத்தில் பாதி, எஃகு தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இது ஒன்றே இந்த உலோகத்தின் உபயோகத்தையும், சிறப்பையும்

எடுத்துக் கூறுகிறது. மின்சாரப் (Electrical Resistance) போக்குத் தடை கொண்ட கலப்பு உலோகம் தயாரிக்கும் தொழில் அநேகமாக இந்த உலோகத்தையே நம்பி இருக்கிறது எனக் கூறினல் மிகையாகாது. இத்தொழிலில் குரோமியத்தை நிக்கலுடன் கலந்து உபயோகிக்கிறார்கள். மின்சாரத்தால் உண்டாகும் உஷ்ணம் முழுதும் இந்தக் கலப்பு உலோகத்தை உபயோகிப்பதால் நமக்குக் கிடைக்கிறது.

பல தொழிற்சாலைகள் குரோமியத்திலிருந்து கிடைக்கும். இரசாயனப் பொருள்களை நம்பியே பணியாற்றி வருகின்றன. வீடுகளுக்கான பெயிண்டுகள், பத்திரிகைகளிலும் புத்தகங்களிலும் வெளியாகும் படங்களுக்கான வர்ணங்கள், அழகிய துணிமணிகளுக்கான சாயங்கள் ஆகியவை குரோமியத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டவை. தோல் பதனிடு தொழிலுக்குக் குரோமியத்தின் இரசாயனப்பொருள்கள் இன்றியமையாதனவாக விளங்குகின்றன. நாம் உபயோகப்படுத்தும் தோல் காலணிகள், பைகள், பெட்டிகள் முதலிய தோல் சாமான்கள் செய்வதற்குக் குரோம் பதனிட்ட தோல்கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புகைப் படத் தொழில், கல்லச்சு முறை (Lithography), வரை உருவக்கலை (graphic arts) மூலம் காகிதம், துணி, உலோகம் ஆகியவற்றில் வர்ணப்படங்கள் பதித்தல் ஆகிய துறைகளில் இந்த உலோகம் அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. வரை உருவக் கலைக்குக் குரோமியத்தின் இரசாயனப் பொருள்கள் உயிர்நாடியாகும். துணிகளின் சாயங்களைக் கெட்டியாக்குதல், மரங்களைப் பாதுகாத்தல், பூச்சி கொல்லிகள் தயாரித்தல், வர்ணங்கள் தயாரித்தல், ஆகிய தொழில்கள் குரோமியத்திலிருந்து பெறப்படும் இரசாயனப் பொருள்களையே நம்பியுள்ளன.

ஜெட் விமானங்களில் சுழலும் இயந்திரங்களுக்குப் பல கலப்பு உலோகங்களில் குரோமியம் உபயோக மாகிறது. 20–ம் நூற்றுண்டில் இது மிகவும் வியத்தகு உலோகமாகக் காணப்படுகிறது. இயற்கையும் நமக்குப் பெருத்த அளவில் குரோமியக் கனியை அளித்துள்ளது. வருங்காலத்தில் உலகில் போர்மூளாமல் இருக்குமே யாஞல் உலகில் புதைந்துள்ள குரோமைட் இன்னும் 100 ஆண்டுகளுக்கு நம் உபயோகத்திற்குப் போதுமானது.

இரும்பு, செம்பு, தங்கம் ஆகிய உலோகங்களை நன்கு அறிந்த பழங்கால மக்களுக்குக் குரோமியத்தைப் பற்றி ஒன்றும் தெரியாமல் இருந்தது. இது சமீப காலத்தில் கண்டு பிடிக்கப் பட்ட உலோகமாகும். இது 1797–ம் ஆண்டு கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இதைக் கண்டு பிடித் தவர் 'லூயி நிக்கலோஸ் வோகொலான்' (Luis Nicolaus (Vauquelin) என்ற பிரஞ்சு விஞ்ஞானி ஆவார். சைபீரி யாவிலிருந்து கிடைத்த ஒரு கனியிலிருந்து இதை அவர் கண்டுபிடித்தார். அவர் தான் செய்த பரிசோதனைகளின் ஒவ்வொரு மாறுதலையும் தெளிவாகக் குறித்து வைத்தார். பரிசோதனைக்கு உபயோகித்த இரசாயனப் பொருள்கள் எப்பொழுதும் பிரகாசமான மஞ்சள், சிவப்பு, பச்சை ஆகிய நிறமுள்ள பொருள்களையே உண்டாக்கியதையும் அவர் கவனித்தார். இந்த உலோகம் நல்ல நிறமுள்ள பொருள்களைத் தந்ததால் இதற்கு அவர் குரோமியம் என்று பெயரிட்டார். கிரேக்க மொழியில் 'குரோமா' என்ருல் நிறம் என்று பொருள். இதைக் கொண்டுதான் இதற்குக் குரோமியம் என்று பெயர் சூட்டப்பட்டது. இந்த உலோகத்தின் முக்கியத்தையும், இதன் வர்ண வர்ணக் கூட்டுப் பொருள்களின் முக்கியத்தையும் வோ கொலான் நன்கு உணர்ந்தார். இந்த உலோகத்திற்கு நல்ல எதிர்காலம் இருக்கிறது என்று சோதிடம் கூறினர். இவருடைய சீடரான 'ஆண்ட்ரியாஸ் குர்ட்ஸ்' (Andreas Kurtz) என்பவர் குரோமியத்தின் கூட்டுப்

பொருள்களின் அடிப்படையில் வண்ணப் பொருள் (pigments) தயாரிக்கும் ஒரு பெரிய தொழிற்சாலையை நிறுவினர். இந்த வண்ணப் பொருள்கள் அரச குடும்பத்தினரையும் கவர்ந்திருக்க வேண்டும். 4-ம் ஜார்ஜ் மன்னரின் மகள் இளவரசி 'ஷார்லட்' தன் கோச்சுவண்டிக்கு குர்ட்ஸ் தயாரித்த குரோம் மஞ்சள் வண்ணத்தைப் பூசச் செய்து கோச்சு வண்டிகளுக்கான புதிய பாணியையே தோற்றுவித்தாள். நமது டாக்சிகளுக்கு மேல் கூறையில் மஞ்சள் நிறம் பூசுவதின் வழக்கம் இந்தப் பாணியைத் தழுவியதாக இருக்கலாம் அல்லவா? எனினும் வோகொலான் கண்டு பிடித்து 100 ஆண்டுகள் கழிந்த பின்புதான் இந்த உலோகத்திற்குத் தொழில் முக்கியத்துவம் ஏற்பட்டது. இதன் பின்னரே இது ஒரு உலோகமாகக் கலவை உலோகங்கள் செய்யப் பயன் படுத்தப்பட்டது.

குரோமியம் இயற்கையில் குரோமைட் (Chromite) ஆகக் கிடைக்கிறது. உலகில் அதிகமாகக் கிடைக்கும் உலோகங்களில் இது 20வது இடத்தைப் பெறுகிறது. விண் கற்களில் குரோமியம் மிக அதிகமாக இருக்கிறது. குரோமைட்டிலிருந்து குரோம் உலோகத்தைப் பிரித்து எடுப்பதற்கான முறை பார்ப்பதற்கு மிக எளிதாகக் காணப்பட்டாலும் செயல் முறையில் மிகவும் கடினமானதாகும். இம்முறையில் குரோமியம் ஆக்சைடில் உள்ள பிராணவாயு, அலுமினியம், கரி, சிலிகோன் ஆகியவை கொண்டு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் அலுமினியம் ஆக்சைடு, கரியமிலவாயு, சிலிகோன் டயாக்சைடு, ஆகியவை கிடைக்கின்றன. குரோமியம் கரியை மிகவும் விரும்புகிறது. எனவே, கரியைக் குறைப்பானாக உபயோகித்துக் குரோமியம் தயாரிக்கும் பொழுது, கரி இல்லாத சுத்தமான உலோகம் தயாரிப்பது அரிதாகிறது. சுமார் 1908-ம் ஆண்டில் அலுமினியத்தை உபயோகித்து குரோ

மைட்டில் உள்ள பிராண வாயுவை எரிக்கும் முறை 'ஹான்ஸ் கோல்டு ஷ்மிட்' (Hans Gold Schmidt) என்பவரால் கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இம் முறைக்கு 'கோல்டுஷ்மிட்' முறை அல்லது 'அலுமினோ தெர்மிட்' முறை (aluminothermit process) என்று அன்றிலிருந்து பெயர் வழங்கி வருகிறது. இம்முறையில் அலுமினியத்தின் தூளும், குரோமிய ஆக்சைடும் ஒன்று கலக்கப்பட்டு, எளிதில் உருகாத உட்சுவர்கள் கொண்ட பாத்திரத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இப்பாத்திரம் முதலிலேயே சூடாக்கப்படுகிறது. முதலில் பாத்திரத்தில் பேரியம் பெராக்சைடு, மக்னீஷியம் தூள் அல்லது அலுமினியத் தூள் இவை ஒன்று கலக்கப்பட்டு சூடாக்கப்படுகிறது. இது பாத்திரத்தின் உள்ளே அதிகமான உஷ்ணத்தை உண்டாக்குகிறது. இந்த உஷ்ணத்தின் மூலம் குரோம் ஆக்சைடுடன் அலுமினியம் கிரியை புரிகிறது. இதன் மூலம் உஷ்ணம் மேலும் அதிகரிக்கிறது. இந்த அதிகமான உஷ்ணத்தில் அலுமினியம், அலுமினிய ஆக்சைடாக மாறுகிறது. குரோமிய உலோகம் கிடைக்கிறது. இம் முறை மூலம் ஏறத்தாழ 97-99 o/o சுத்தமான குரோமியம் கிடைக்கிறது. ஆனல், அலுமினியத் தூளின் அதிகவிலை காரணமாக இம் முறையில் செலவு அதிகமாகிறது.

சிலிகோனைக் குறைப்பானக உபயோகித்து இவ்வுலோகத்தைத் தயாரிப்பதற்கும், அலுமினியத்தை உபயோகித்துத் தயாரிக்கும் முறையே அடிப்படையாக உள்ளது. இம் முறையில் அலுமினிய ஆக்சைடுக்கு பதிலாக சிலிக்கோன் டை ஆக்சைடு உண்டாகிறது. குரோமியம் ஆக்சைடிலுள்ள பிராண வாயுவைக் குறைக்கும் போது சூடுண்டாவதில்லை. எனவே, வெளியிலிருந்து உஷ்ணத்தைச் செலுத்த வேண்டியிருக்கிறது. இவ்வேலை பெரிய மின்சார ஆர்க் அடுப்புக்களில் செய்யப்படு—

கிறது. இம்முறை 'கோல்டுஷ்மிட்' முறையை விட மலி வானது. மின்சாரம் குறைந்த செலவில் கிடைக்கிறது. சிலிகோனும் விலை மலிவு. மேலும், அலுமினியத்தைக் காட்டிலும் ஓரளவு குறைவாகவே சிலிகோன் இங்கு உப யோகிக்கப் படுகிறது.

குரோமியம், இரும்பு, கரி இம் மூன்றும் கலந்த ஒரு கலப்பு உலோகம் நேராகக் குரோமியக் கனியிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்தக் கலப்பு உலோகம் எங் கெங்கு குரோமியக் கலப்பு உலோகம் தேவைப்படு கிறதோ அங்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இவ்வுலோகம் பெரிய மின்சார ஆர்க் அடுப்புகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த அடுப்பில் 1 மணிக்கு 3800–4200 கிலோவாட் மின்சார சக்தி பயன் படுத்தப்படுகிறது. இம்முறை 'மூழ்கிய ஆர்க் உருக்கு முறை' (submerged arcmelting) எனப்படுகிறது. ஏனெனில், இந்த அடுப்பில் உள்ள மின் சாரக் கம்பியின் இரண்டு முனைகளும் உலோகக் கலவை யின் அடியில் 3-6 அடி ஆழத்தில் அமிழ்ந்து கிடக்கும். இம்முறை மூலம் 90—95o/o உலோகம் பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது.

உலகில் இன்று 3 மிலியன் டன் குரோமியமும் அதன் கூட்டுப் பொருள்களும் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவ் வாறு தயாரிக்கப்படும் பொருள்கள் எங்ஙனம் பயன் படுத்தப் படுகின்றன என்பதை இனிக் காண்போம்.

குரோமியத்தின் கூட்டுப் பொருள்கள் நல்ல நிறம் கொண்டவையாயும், மிக மெதுவாகக் கரைவனவாயும், அதிகமான உறுதி கொண்டவையாயும் விளங்குகின்றன. இம்மூன்று குணங்களும் இந்த உலோகத்தை வண்ணப் பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கு உகந்ததாகச் செய்கின்றன. உற்பத்தியாகும் குரோமிய இரசாயனப் பொருள்களில் $\frac{1}{3}$ பாகத்திற்கு மேல் வண்ணப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்

பயன் படுத்தப் படுகின்றன. இந்த வண்ணப் பொருள்கள் லினோலியம். 'மொசாயிக்' செங்கற்கள், கூறை வேய உதவும் சிமெண்ட் பலகைகள், கூறைக்கான மெல்லிய தூள்கள், அச்சு மை, செயற்கை பிளாஸ்டிக், ரப்பர், காகிதம், சாக்கட்டிகள், ஷூ பாலிஷ், பீங்கான் சாமான்கள் ஆகியவை தயாரிக்க உபயோகிக்கப் படுகின்றன. குரோம் ஆக்சைடு 'கிரீன்' என்பது சுத்தமான குரோமியம் ஆக்சைடு ஆகும். இது நல்ல உறுதியான பச்சை வண்ணப் பொருளாகும். எனவே, இது கூறைக்கான துகள், சிமெண்ட், காரை அல்லது சாந்து, ஆகியவை தயாரிக்க உபயோகிக்கப் படுகிறது. இது இயற்கையில் உள்ள பசிய தாவரங்களைப் போல சிவப்பு ஒளியை (infra red) பிரதிபலிக்கின்ற காரணத்தால் உள்மறைப்பு வர்ணங்கள் (camouflage colours) தயாரிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப் படுகிறது. மேலும், இது நகைகளையும், நுட்பமான உலோகப் பகுதிகளையும் மெருகூட்டுவதற்கு மெல்லிய தேய்ப்புப் பொடியாக உபயோகப் படுத்தப் படுகிறது. இப்பொடி 'க்ரீன் ரூஷ்' (green rouge) என அழைக்கப் படுகிறது.

எல்லா குரோம் மஞ்சள்களும் மரம், உலோகம் முதலியவற்றின் மேற்பரப்புக்குச் சாயம் பூசுவதற்குச் சிறந்தவையாக விளங்குகின்றன. இச்சாயங்கள் மங்கிய 'கனரீ' மஞ்சள் (canary yellow) முதல் கருத்த ஆரஞ்சு நிறம்வரை கிடைக்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் ஈயக் குரோமேட் கொண்டே தயாரிக்கப்படுகின்றன.

குரோமிய இரசாயனப் பொருள்களில் 10% துணி நெசவுத் தொழிலில் பயன் படுத்தப்படுகிறது. அங்கு இவை சாயத்தை கெட்டிப் படுத்தும் கரைசல்களாகவும், துணிமணிகளுக்குச் சாயம் ஊட்டும் பொருள்களாகவும் உபயோகப்படுகிறது. கம்பளி கெட்டிச்சாயம் கொண்ட

தாக இருப்பதற்கு பேசிக் குரோமிக் அசிடேட் உப யோகப்படுகிறது. பட்டுநூலையும், பருத்தி நூலையும் சாயம் தோய்ப்பதற்கு பேசிக் குரோமிக் குளோரைடு உபயோகமாகிறது. காலிகோ அச்சு வேலைக்கும், சாயம் ஊட்டுவதற்கு முன்னால் பருத்தியை கெட்டிச்சாயம் ஏற்கு மாறு செய்வதற்கும் குரோமிக் டை சல்பைட்டு உபயோக மாகிறது. நாம் அனைவரும் போர்வீரர் அணியும் பச்சை நிறமான காக்கித் துணியைப் பார்த்துள்ளோம். இது 'மினரல் காக்கி' (mineral khaki) என்று அழைக்கப்படு கிறது. இத்துணி போர்வீரர்கள் தாவரங்களோடு தாவர மாக மறைந்து காணப்படுவதற்கு உதவுகிறது. இத்துணி தயாரிப்பதற்கு முதலில் பருத்தித் துணியில் இரும்பு அசிடேட், குரோமிக் அசிடேட் கரைசல் ஒரே சீராகப் பூசப்படுகிறது. இத்துணி பின்னர் உலரவைக்கப்பட்டு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் கார்பனேட்டும் கலந்த கொதிக்கும் தண்ணீரின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் துணியின்மேல் பேசிக் இரும்பு, குரோமிக் கூட்டுப் பொருள்கள் படிகின்றன. துணியை மறுபடி உலரவைக்கும் போது இவை மறுபடியும் இரும்பு குரோமிக் ஆக்சைடுகளாக மாறிவிடுகின்றன. இரும்பு குரோமிக் ஆக்சைடுகளின் விகிதத்தை மாற்றுவதன் மூலம் பல்வேறு நிறங்கள் கிடைக்கின்றன. அதிக அளவு குரோமிக் ஆக்சைடு உபயோகித்தால் பசுமை நிறம் அதிக மாகிறது. இத்தகைய பசுமையான துணியைத் தான் நாம் 'ஆர்மி ஆலிவ் துணி' (army olive drab) எனக் குறிப்பிடு கிறோம். இது போன்ற சாயம் தோய்க்கும் முறைகள் குரோமிய இரசாயனப் பொருள்களை உபயோகிப்பதைப் பொருத்தே அமையும். கம்பளித் துணிகளில் புகழ்பெற்ற 'ஆக்ஸ்போர்டு கிரே' (Oxford gray) என்னும் கம்பளங்கள் குரோமிக் புரோமைடுகளை உபயோகிப்பதன் மூலம் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

உலகின் பழமையான தொழில்களில் ஒன்றுன தோல் பதனிடும் தொழில் தற்கால உலோகமான இந்தக் குரோமியத்தை இன்று வெகுவாக நம்பி இருக்கிறது. சென்னைக்கு அருகிலுள்ள குரோம் பேட்டை என்ற ஊரும் அங்குள்ள குரோம் பதனிடு தொழிற் சாலையும், குரோமிய இரசாயனப் பொருள்கள் தோல் பதனிடுவதற்கு எவ்வளவு முக்கியமானவை என்பதைப் பறைசாற்றுகின்றன. தயாரிக்கப்படும் குரோமிய இரசாயனப் பொருள்களில் 15% தோல் தொழில் உபயோகிக்கப் படுகிறது. சென்ற நூற்றுண்டின் இறுதியிலிருந்து குரோம் பதனிடுதல் புழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது. மனிதனுக்குத் தேவையான ஆடைகள். காலனிகள், கையுறைகள், பெட்டிகள், பைகள் போன்ற தோல் சாமான்கள் செய்வதற்கு குரோம் பதனிட்ட தோல்கள் ஏராளமாகத் தேவைப் படுகின்றன. ஷூக்களின் மேல் தோல், கையுறைகள், ஆடைகள் ஆகிய தயாரிப்பதற்கான தோல்கள் குரோம் பதனிடப்படுகின்றன. மாட்டுத்தோல், கன்றுத்தோல், வெள்ளாடு, செம்மறியாட்டுத்தோல் ஆகியவை அநேகமாகக் குரோம் பதனிடப் படுகின்றன. குரோம் பதனிட்ட தோல்கள் உறுதியாகவும், நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கின்றன. குரோம் பதனிட்ட கன்றுத் தோல்கள் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 4000 ராத்தலுக்கும் மேல் இழுவலிமை கொண்டதாக விளங்குகின்றன.

வரை உருவக் கலைக்குக் குரோமியம் மிகவும் அவசியமானது. வரை உருவக்கலை என்பது காகிதம், துணி, உலோகங்கள் பிளாஸ்டிக்குகள் ஆகியவற்றின் மீது வண்ணப் பொருள்கள் அல்லது சாயங்களை மாற்றி அழகிய சித்திரங்கள், எழுத்துக்கள் முதலியவற்றைப் பதிப்பதாகும். இக்கலையில் பின்பற்றப்படும் போட்டோ இரசாயன முறை குரோம் இரசாயனப் பொருள்களைப் பெரிதும் நம்பி இருக்கிறது. விளக்கப்

படப் புத்தகத்திலுள்ள அச்செழுத்துப் பகுதி, கல் அச்சு முறை, போட்டோவை உலோகத் தட்டில் மாற்றிப் படம் தயாரிக்கும் கலை ஆகியவை போட்டோ இரசாயன முறை என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை குரோமேட் செய்யப்பட்ட கூழ் நிலைப் பொருள்களின் (colloids) வெளிச்சத்தால் பாதிக்கப்படும் தன்மையை (light sensitiveness) நம்பி உள்ளன. வச்சிரம், அரக்கு, முட்டை மஞ்சள், பாலேட்டுச் சத்து, கோந்து, ஊன்பசை, ஆகியவை கூழ் நிலைப் பொருள்கள் ஆகும். இப்பொருள்களை டைக்ரொமேட் உப்புக்களைக் கொண்டு இரசாயன வேலை செய்து காகிதம், துணி அல்லது உலோகத்தின் மீது பூசி, உலர வைத்து, வெளிச்சம் படும்படி வைத்தால், இவை தண்ணீரில் சாராயத்தில் அல்லது உப்புக் கரைசலில் கரையும் தன்மையை இழக்கின்றன அல்லது மாற்றிக் கொள்ளுகின்றன. டைக்ரொமேட் உப்புக்கள் வெளிச்சம் பட்டவுடன் இரசாயன மாறுபாடு அடைவதே இதற்குக் காரணமாகும். இவ்வாறு கரையும் தன்மை மாறுபடுவதால் இவற்றைத் துணி போன்ற பொருள்களின் மீது உருவத்தை உண்டாக்குவதற்கு உபயோகிக்க முடிகிறது. இதிலிருந்து பின்னர் பிரதிகள் எடுத்துக் கொள்ளலாம். இம் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டே பொட்டாசியம் குரோமேட், புகைப் படப் பிலிம்களைக் கடினமாக்குவதற்கு உபயோகப் படுத்தப் படுகிறது. நிழற்பட முறையில் நீலவண்ணத் தாளில் வெண்கோடாக அச்சிடுவதற்கும் (blue print) அதற்கான தாளின் மேல் பூச்சுக்காகவும். குரோமிய உப்புக்கள் உபயோகமாகின்றன. போட்டோ செதுக்கு முறையில் அமோனியம் டைக்ரொமேட்டும், குரோமிக் அமிலமும் உபயோகிக்கப் படுகின்றன.

மரங்களைப் பாதுகாப்பதற்குக் குரோமிய இரசாயனப் பொருள்கள் அதிக அளவில் உபயோகமாகின்றன.

இவைகளை உபயோகிப்பதில்பல அனுகூலங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றை உபயோகித்துப் பாதுகாக்கப்பட்ட மரங்கள் நல்ல தோற்றமுள்ளவையாய் இருக்கின்றன. இதைக் கொண்டு மரங்களைப் பாதுகாப்பதால் அவற்றின் தன்மைகள் ஏதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்த மரங்களை ஒட்ட வைப்பதும் சுலபம். வர்ணம் பூசுவதும் எளிதில் இயலும். மரத்தின் வலிமை பாதிக்கப்படுவதில்லை. குழந்தைகள் இம் மரங்களால் செய்யப்பட்ட பொருள்களைக் கடித்தாலும் கெடுதல் ஏதும் ஏற்படுவதில்லை. சில சமயங்களில் இம்மரங்கள் நெருப்பையும் தாங்கிக் கொள்ளும் தன்மை பெறுகின்றன.

குரோமிய முலாம் பூசுதல், கறைபிடிக்காப் பாத்திரங்கள் தயாரித்தல் ஆகியவற்றைப் பற்றி அறியாவிடில் குரோமியத்தின் கதை முடிந்ததாக ஆகாது. இது இந்த உலோகத்தின் மிகவும் முக்கியமான உபயோகமாகும். இவ்வேலைக்கு இவ்வுலோகம் பயன்படுவதை நாம் அறியாவிட்டாலும் இதன் மூலம் தயாரிக்கப்படும் பள பளப்பு மிக்க பாத்திரங்களையும், பிற சாமான்களையும் நாம் நாள் தோறும் காண்கிறோம்.

ஆபரணங்கள் தயாரிக்கும் தொழிலில்தான் முதன் முதலில் குரோமிய முலாம் பூசுவது பற்றிய எண்ணம் உதித்தது. ஏனெனில், இந்த உலோகம் நகைகளுக்கும் கடியாரக் கூடுகளுக்கும் நீல வெண்மையான ஒப்பனை அளித்தது. இந்த ஒப்பனை பிளாட்டினம் போல் காணப்பட்டதுடன் நீண்ட நாள் உழைக்கவும் செய்தது. மோட்டார் தொழில் இதை விரைவில் பின் பற்றியது. இன்று கார்களில் கைப்பிடிகள், விளக்குகள், ரேடியேட்டரின் முகப்பு, முட்டுத் தாங்கிகள், ஆகிய பலபகுதிகள் குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டுப் பளபளக்கின்றன. வீடுகளில் உபயோகமாகும் மின்சார இஸ்திரி பெட்டி, டோஸ்டர்கள்

கெட்டில்கள், ஆகிய சாதனங்களும், கத்திகள் போன்ற பிறபொருள்களும் குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டு ஒளிர்கின்றன. அதிக அளவில் பால் பௌடர் தயாரிக்கும் இயந்திரங்கள், ரொட்டி பிசையும் இயந்திரங்கள், 'சூயிங் கம்' (chewing gum) தயாரிக்கும் இயந்திரங்கள் ஆகியவை குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டவையே ஆகும். இம்முலாம் பூசப்படுவதன் மூலம் இரும்புடன் உணவுப் பொருள்கள் சேர்ந்து தூய்மை கெடாமல் காப்பாற்றப் படுகின்றன.

உலோகங்களை அரிக்கும் 'வெணிகார், தக்காளிரசம் போன்ற திரவங்களை உபயோகிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் 'ஸ்டெல்' பம்புகள் (stell pumps) பிஸ்டன்கள் (pistons) ஆகியவை குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டால் அது உலோக அரிப்பை முற்றிலும் தடுக்கிறது. குரோமிய முலாம் பூசப்படுவதன் மூலம் அச்சுத்தகடுகள் (printing plates) நீண்ட காலம் உழைக்கின்றன. குரோமிய முலாம் பூசப்பட்ட அச்சு உருளைகள், பித்தளை, செம்பில் செய்யப்பட்ட உருளைகளைவிட நீண்டகாலம் உழைக்கின்றன. இதன் காரணமாக ரூபாய் நோட்டுகள், டெலிபோன் குறிப்பு ஏடுகள் முதலியன அச்சடிக்க உதவும் பிளேட்டுகளுக்குக் குரோமிய முலாம் பூசுதல் மிகுதியாகப் பழக்கத்தில் இருக்கிறது. குரோமிய முலாம் உபயோகிக்கப்படும் இடங்களை இன்னும் கூறிக் கொண்டே போகலாம். இதைப் படித்த பிறகு நாம் அன்றாட வாழ்க்கையில் காணும் எந்தப் பொருள்கள் குரோமிய முலாம் பூசப்பட்டவை என அறிய முயல்வது ஒரு நல்ல பொழுது போக்காக இருக்கும்.

உற்பத்தி செய்யப்படும் எஃகு உலோகக் கலவையில் பாதிக்கும் மேற்பட்ட கலவை குரோமியத்தோடு கலந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. உலோகத்தில் அரிப்பு ஏற்படாமல் செய்யும் தன்மையே இந்த உலோகத்தின் பலவகையான

உபயோகத்திற்கும் காரணமாகும். குரோமியம் கொண்ட எஃகுகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். குறைவான குரோமியம் கொண்ட பொறியியல் எஃகு (engineering teel) கைக்கருவிகளுக்கான எஃகு (tool steel) கறை பிடிக்கா எஃகு (stainles steel) என அவை மூன்று வகைப் படும். பொறியியல் எ.:.கிலிருந்து தகடுகள், குழாய்கள் இரும்புக் கிராதிகள், கம்பிகள் போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவை கார்கள், லாரிகள் பஸ்கள், இரயில் என்ஜின்கள், மண்ணை அப்புறப்படுத்தும் இயந்திர சாதனங்கள், விமானங்கள், கப்பல்கள், சுரங்கங் களுக்கான இயந்திரங்கள் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

கைக் கருவிகள் தயாரிப்பதற்கான எஃகிலிருந்து திருப்புளிகள், உளிகள். திருகு குறடுகள் இடுக்குக் குறடு கள், கொல்லுலைக் கருவிகள் தயாரிப்பதற்கான படிவ அச்சுக்கள் ஆட்டுரோமம் கத்தரிப்பதற்கான கருவிகள், துளைபோடுவதற்கும் வெட்டுவதற்குமான துரப்பணங்கள், வெட்டு இரும்புகள் ஆகியவை தயாரிக்கலாம்.

'எவர்சில்வர்' என அழைக்கப்படும் கறைபிடிக்காத எஃகிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பொருள்களுக்கு விளம் பரம் தேவையில்லை. பல் வைத்தியம், அறுவை வைத் தியம் ஆகிய துறைகளுக்குத் தேவையான சாதனங்களும், பால் பௌடர், பழரசங்கள், பழப்பாகுகள் ஆகியவை தயாரிக்கும் தொழிலுக்கான சாதனங்களும், வீட்டு உப யோகங்களுக்கு வேண்டிய சாமான்களும். மோட்டார் கார் களுக்கான துணைப் பொருள்களும், திருகுமறைகள், தாழ்ப்பாள்கள், துரப்பணங்கள் ஆகியவையும் இந்த எஃகிலிருந்தே தயாரிக்கப் படுகின்றன.

மின்சாரத்தால் எளிதில் உருகாத பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கு நிக்கல்—குரோம் கலப்பு உலோகம்

மிகவும் பயன்படுகிறது. மின்சார அடுப்பு போன்ற சாதனங்களில் 'நிக்குரோம்' (Nichrome) கம்பிகள் உபயோகப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. நிக்கலும், குரோமியமும் மட்டும் கலந்த உலோகக் கலவை; நிக்கல், குரோமியம், இரும்பு ஆகிய மூன்றும் கலந்த உலோகக் கலவை என இரண்டு கலவைகள் உண்டு. இத்துறையில் குரோமியத்திற்கு ஈடு எதுவுமே இல்லை. 40 ஆண்டுகளாயும் இத்துறையில் இதற்கு ஒரு மாற்றுப் பொருள் இன்னும் கண்டு பிடிக்கப் படவில்லை. நிக்கல்—குரோமியம் கலந்த உலோகக் கலவையிலிருந்து தலைமயிரைக் காட்டிலும் மெல்லிய கம்பிகள் இழுக்கலாம். இந்த மெல்லிய கம்பிகளைப் பழுக்கக் காய்ச்சிய போதும் 1000 மணிக்குப் பிறகும் இவற்றை உபயோகமான கம்பிகள் என அறியமுடியாது. சிறிய ஆராய்ச்சிக்கூடங்களில் மின்சார ஓட்டத்தைத் தடை செய்யும் 'ரியோஸ்டாட் (rheostat) ரெசிஸ்டென்ஸ் (resistance) ஆகிய கருவிகளில் உபயோகிக்கப்படும் உலோகம், குரோமியம்—செம்பு—நிக்கல் ஆகியவை கொண்டு தயாரிக்கப் படுகின்றது. மின்சார அடுப்புப் போன்ற பெரிய சாதனங்களையும், இஸ்திரிபெட்டி போன்ற சிறிய சாதனங்களையும் தயாரிப்போர் இந்த உலோகக் கலவையையே நம்பி இருக்கின்றனர். எனவே, குரோமியம் இல்லாவிட்டால் மின்சாரத் தொழிலே இல்லை என்று கூறுவதில் தவறேதும் இல்லையல்லவா?

எல்லாம் வல்ல நிக்கல்.

இன்றைய உலகம் இரும்பு, நிக்கல் ஆகிய இரண்டு உலோகங்களும் கிடைக்கும் அளவைப் பொருத்தே முன்னேறி வருகிறது. நாம் வசிக்கும் உலகின் உள் மையப் பகுதி இவ்விரு உலோகங்களாலும் ஆனது என்பதும் கவனிக்கத் தக்கது. இதுவரை கிடைத்துள்ள ஆதாரங் களின்படி பூமியின் உள் மையப் பகுதியின் அடர்த்தி சுமார் 10 என்பதும், இது முழுதும் இரும்பு, நிக்கல் ஆகியவற்றால் ஆனது என்பதும் தெரிய வந்துள்ளது. விண்கற்களிலும் இவ்விரு உலோகங்களும் இருக்கின்றன. இரும்பு, நிக்கல் மற்றும் கொபால்ட் ஆகிய மூன்றும் தான் இயற்கையில் காந்த சக்தி கொண்ட உலோகங்கள். விண் வெளியில் உள்ள உயர்ந்த காந்த மண்டலத்தி லிருந்துதான் பொருள்கள் உண்டாயின. எனவே, இவற் றில் உள்ள காந்தத் தன்மைக்கு இதுவே காரணமாக இருக்கலாம்.

நிக்கல் கலக்கப்படும் எந்த உலோகமும் அதன் தரத்தில் உயர்வு பெருகிறது. எனவே, இதை எல்லாம் வல்ல நிக்கல் எனக் கூறலாம். இதனால் தான் இன்று 3000 வெவ்வேறான நிக்கல் கலப்பு உலோகங்கள் நமக்குக் கிடைத்திருக்கின்றன. நம் வீடுகளில் 'ஜெர்மன் சில்வர்' என்பது மிகவும் பழக்கமான ஒரு வார்த்தை யாகும். இது நிக்கல் கலந்த ஒரு கலப்பு உலோகமே யாகும். இதில் 57% செம்பு, 19% துத்தநாகம், 24% நிக்கல் ஆகியவை கலந்திருக்கின்றன. நிக்கல் கலவை உலோக அரிப்பைத் தடுக்கிறது. நல்ல வலுவுள்ளதாகவும் இருக்கிறது. உடையாமல் கம்பிகளாக இழுக்கப்படும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது. எனவே, இது மிகவும் விரும்பப்படு

கிறது. இவை கடுவினை ஊக்கி(Catahyst)யாகவும் உப யோகப் படுத்தப்படுகின்றன. வனஸ்பதி என அழைக்கப் படும். எண்ணெய்கள் தயாரிப்பதற்கு நிக்கல் கருவினை ஊக்கியாகவும் உபயோகப் படுகிறது. இங்ஙனம் பல் வேறு உபயோகங்களைப் பெற்றிருப்பதால் இது உலகில் அதிகமாக உபயோகப்படும் உலோகங்களில் 9-வது இடம் பெறுகிறது.

இயற்கையில் நிக்கல் சல்பைடாகவும், சிலிகேட்டாக வும், ஆர்சினைடாகவும் (arsemide) கிடைக்கிறது. கானடா வில் 'ஒண்டாரியோ' (Ontario) என்ற மாகாணத்தில் 'சட்பர்ரி' (sudbury) என்ற ஊரில்தான் உலகிலேயே அதிகமாக நிக்கல் படிவு கிடைக்கிறது. உலகில் கிடைக் கும் நிக்கலில் 90 சதவீதம் இங்கிருந்து தான் பெறப்படு கிறது.

நிக்கல் அதன் கனிகளுக்கு ஏற்பச் சற்றுச் சிக்க லான முறையில் பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. நிக்கலின் சல்பைடு கனியிலிருந்து அசுத்தங்கள் முதலியவை பிரித் தெடுக்கப்படுகின்றன. பிறகு, அதிலுள்ள கந்தகம் ஆக்சைடாக மாறுவதற்காக இது வறுக்கப் படுகிறது. பின்னர், ஊது உலையில் இரும்பைப் போல் உருக்கப் படுகிறது. ஊது உலையிலிருந்து வெளிப்படும் பொருளை 'மட்' (matte) என்று அழைக்கிறார்கள். இதன் பிறகு இதை மிக அதிகமான உஷ்ணத்தில் கரியுடன் சேர்த்துச் சூடாக்குவார்கள். இதன் மூலம் இதிலுள்ள ஆக்சைடு குறைக்கப்பட்டு, உலோகம் மேலும் சுத்தமாக்கப்படு கிறது. சில சமயங்களில் கச்சா நிக்கல் உலோகம் கரி லிருந்து பெறப்படும் ஒரு வாயுவாக மாற்றப்படுகிறது. இது கச்சா நிக்கலும் கார்பன் மானாக்சைடும் சேர்வதால் உண்டாகிறது. பின்னர் இது சிதைக்கப்படுகிறது. இப் போது இது சுத்தமான நிக்கலைப் படிய வைக்கிறது.

நிக்கலைச் சுத்தப் படுத்துவதற்கு மின்பகுப்பு முறை (electrolysis) போன்ற வேறு முறைகளும் பின்பற்றப்படு கின்றன. மின் பகுப்பு முறையின் மூலம் சுத்தப்படுத்தும் போது மதிப்பு மிக்க உலோகங்களான வெள்ளி, தங்கம் ருதீனியம் (ruthenium), ரோடியம் (rhodium), பல்லாடியம் (palladium), பிளாட்டினம், இருடியம் (iridium) ஆகியவை உடன் விளை பொருள்களாகக் கிடைக்கின்றன.

சுத்தமான நிக்கல் வெள்ளி போன்று வெண்மை நிற மானது. இரும்பைக் காட்டிலும் சற்று கனம் அதிக மானது. இது 1450° செ. கிரேடில் உருகுகிறது.

நிக்கல் வலுவுள்ள ஒரு உலோகமாகும். இதைத் தகடுகளாக அடிக்கலாம். கம்பிகளாக நீட்டலாம். 0° க்கும் குறைவான உஷ்ண நிலையில் இது மிக அதிக மான வலுக் கொண்டதாக இருப்பது இதன் தனித் தன்மையாகும். இது எளிதில் துருப் பிடிப்பதில்லை. தன் பளபளப்பை இழப்பதில்லை. எனவேதான் ஜெர்மன் சில்வர் அவ்வளவு புகழ் பெற்றதாக விளங்குகிறது. கத்திகள், குண்டுகள், மற்றும் வீட்டு உபயோகத்துக் கான பொருள்கள், ஆகியவற்றை நிக்கல் உலோகக் கல. வையாகக் கொண்டு தயாரித்தால் துருப்பிடிக்காது.

உலகில் தயாரிக்கப்படும் நிக்,லில் 60 சதவீதத்திற்கு மேல் இரும்புடன் கலந்து உபயோகிக்கப்படுகிறது. இரும்புடன் நிக்கலைக் கலப்பதன் மூலம் எஃகின் தன்மை வெகுவாக உயர்கிறது. நிக்கலுடன் சேர்ந்த மற்றொரு உலோகக் கலவைக்கு 'மோனல்' உலோகம் (monel metal) என்று ஒரு பெயர் உண்டு. 60—72% நிக்கல். கொஞ்சம் இரும்பு, மாங்கனீஸ், செம்பு ஆகியவற்றுடன் கலந்து இவ்வுலோகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வுலோகம் உண வுப் பொருள்கள், பால்பௌடர், பழரசம், பழப்பாகு

ஆகியவற்றை அடைப்பதற்கான பாத்திரங்கள் செய்வதற்கு உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது. இந்த உலோகம் பளபளப்பானது. விஷத்தன்மையற்றது. அமிலங்களால் அரிக்கப்படாதது. எனவே, இதைக் கொண்டு செய்யப் பட்டபாத்திரம் தன்னிடம் உள்ள உணவுப் பொருள்களைக்கெடுப்ப தில்லை.

நம் நாட்டில் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் ஒரு ரூபாய், 50 பைசா, 25 பைசா நாணயங்கள் நிக்கல் உலோகக் கலவையிலிருந்து தயாரிக்கப் படுகின்றன. இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, கனடா போன்ற பல நாடுகளில் நாணயங்கள் தயாரிப்பதற்கு நிக்கல் கலவையை உபயோகிக்கிறார்கள். நாணயங்கள் தயாரிப்பதற்கு நிக்கலும் செம்பும் 1 : 4 என்ற விகிதத்தில் கலக்கப்படுகின்றன.

ஒரு மின்சார 'பல்பை' உற்று நோக்கினால் கண்ணாடிக் குழாயினுள் அடைக்கப்பட்ட ஒரு கம்பி, மேற்புறமுள்ள உலோக மூடியிலிருந்து உள்ளே இருக்கும் டங்ஸ்டன்' (tungsten) கம்பிச் சுருளுக்குச் செல்வதைக் காணலாம். இக் கண்ணாடிக் குழாய்க்குள் அடைக்கப் பட்ட கம்பி நிக்கல்—இரும்புக் கலவை கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டதாகும். அங்கு'ஒளிவிட்டு எரியும் கம்பிச்சுருள் தான் 'டங்ஸ்டன்' என்ற உலோகத்தால் ஆனது. காற்றில்லா வெற்றிடத்தில் இந்த உலோகம் கண்ணாடி போன்ற தன்மையைப் பெறுகிறது. அதாவது உஷ்ணத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் தனது நீளத்தை இது மாற்றிக் கொள்வதில்லை. எனவேதான் மின்சார பல்புகளில் இது உபயோகப்படுகிறது. இத்தன்மை பிற துறைகளிலும் பயனளிக்கிறது. உதாரணமாகக் கடியாரத்திலுள்ள பெண்டுலத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இது குளிர் காலத்திலும், கோடையிலும் தன்னுடைய நீளத்தை மாற்றிக் கொள்ளுமேயானால் இக்காலங்களில் கடியாரம் மிக வேகமாக

ஓடத் தொடங்கிவிடும். எனவேதான் பெண்டுலங்கள் 64% இரும்பு, சுமார் 34% நிக்கல் ஆகியவை கொண்ட 'இன்வார்' (invar) என்ற கலப்பு உலோகத்தைக் கொண்டு செய்யப்படுகின்றன. இதே உலோகத்தைக் கொண்டு அளவு நாடாக்கள், சில இயந்திரங்களின் பாகங்கள், இசைக் கவைகள் (tuning forks) ஆகியவை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

நிக்கலுக்கு இரும்பைப் போன்று கொஞ்சம் காந்த சக்தி உண்டு. இது சில துறைகளில் பயன்படுகிறது. 78% நிக்கல் கலந்துள்ள நிக்கல்—இரும்புக் கலப்பு உலோகம் குறைந்த சக்தி கொண்ட காந்தத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது. இதனல் இந்த உலோகம் அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் அடியில் போடப்பட்டுள்ள மின்சார கம்பி வடங்கள் (Cables) செய்யப் பயன் படுத்தப்பட்டன. இதன் மூலம் செய்தி அனுப்பும் சக்தி 5 மடங்காக அதிகரித்தது. அலுமினியம், நிக்கல், கொபால்ட் (cobalt) ஆகியவை கொண்டு சக்தி வாய்ந்த நிரந்தரமான காந்தம் ஒன்று தயாரிக்கப் படுகிறது. இதற்கு 'அல்னிகோ' (Alnico) என்று பெயர். இது மிகவும் சக்திவாய்ந்த காந்தமாதலால், காந்தத்தால் கவரப்படும் பொருள்களைத் தூக்குவதற்குத் தொழில் துறையில் மிகவும் உபயோகமாக இருக்கிறது.

மின்சாரத்தின் மூலம் சூடு உண்டாவதற்கு மின்சார அடுப்புப் போன்ற சாதனங்கள் 'உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் 'நிக்குரோம்' எனப்படும் கம்பி உபயோகிக்கப் படுகிறது. இது நிக்கல்-குரோமியம் என்ற இரு உலோகங்களையும் கலந்து செய்யப்பட்டதாகும். மின்சார இஸ்திரிபெட்டி, மின்சார டோஸ்டர் போன்ற சாதனங்கள் செய்வதற்கு இக் கலப்பு உலோகம் பயன்படுறது. தொழிற்சாலைகளில் அடுப்புகளும், உலைகளும் நிறு

வுவதற்கும் இதுஉபயோகிக்கப் படுகிறது. இவ்வுலோகம், தான் பிராணவாயுவுடன் சேராமல், சிதையாமல், எவ் விதத்திலும் உருமாறுமல் மிகஅதிகமான உஷ்ணத்தைத் தர வல்லதாக இருக்கிறது.

ஜெட் விமானங்கள், வாயுக்களின் வேகத்தால் சுழலும் இயந்திரங்கள் ஆகியவற்றில் உபயோகிக்கப் படும் உலோகங்கள் மிக அதிகமான உஷ்ணத்தையும், அழுத்தத்தையும் தாங்கிக் கொள்ள வேண்டியனவாக உள்ளன. இத் துறைகளிலும் நிக்கல் கலந்த உலோகக் கலவையை உபயோகப் படுத்தலாம். இக்கலவைகளுக்கு 'நிமோனிக்'(Nimonic)கலவைகள் என்று பெயர். இவை 1000°க்கும் அதிகமான உஷ்ணத்தை ஒரே சமயத்தில் பலமணிநேரங்களுக்குத் தாங்கிக்கொள்ளுகின்றன. இவை இல்லா விட்டால் போயிங் (Boeing), காரவில் (Caravelle) (Jet) ஜெட் விமானங்களே இராது. 'ராக்கெட்டு' (rocket) களில் சென்று வானவெளியை ஆராய்வது என்பதும் இயலாது.

இப்போது எங்கு நோக்கினும் 'டிரான்ஸிஸ்டர் (transister) ரேடியோக்களைக் காணலாம். இவை வேலை செய்வதற்கான மின்சார சக்தி மிகச் சிறிய டப்பிகளில் அடைக்கப்படுகிறது. இங்கும் நிக்கல் மிகவும் உபயோக மாகிறது. தொடர்ச்சியான மின்சாரஉற்பத்தி சிறிய டப்பி களிலிருந்து கிடைப்பதற்காக, காட்மியம், நிக்கல் இவை இரண்டும் கலந்த உலோகத்தால் பாட்டரி செய்யப்படு கிறது. இது அடிப்படையில் பஸ், கார் முதலியவற்றில் மின்சாரத்தைச் சேகரித்து வைக்கும் பாட்டரிகளைப் போன்றதே ஆகும். ஆனால், அந்த மாதிரி பாட்டரிகளில் ஈயம் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. 'டிரான்ஸிஸ்டர்' பாட்டரிகளில் நிக்கல் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. காட்மியம்–நிக்கல் பாட்டரிகள் பெருத்த அளவில்

அமெரிக்கா, ஜப்பான் முதலிய நாடுகளில் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

மேலே கூறிய பல்வேறு விதமான உபயோகங் களையும் பார்த்த பிறகு நிக்கலை எல்லாம் வல்ல நிக்கல் என்று அழைப்பதில் தவறேதும் இல்லையல்லவா? இதைக் கருத்தில் கொண்டு பார்த்தால் 1963-ம் ஆண்டில் மட்டும் 523 மிலியன் ராத்தல் நிக்கல் உபயோகிக்கப் பட்டது என்பது நமக்கு எவ்வித வியப்பையும் அளிக்காது.

மாங்கனீசும் வெனேடியமும்

சுத்தப்படுத்தும் உலோகங்கள்

மாங்கனீஸ்

இரும்பும் எஃகும் இல்லாமல் தற்கால உலகம் முன்னேற முடியாது. ஆனால், மாங்கனீஸ் இல்லாவிடிலோ உலகில் எஃகு உற்பத்தியே இல்லை. எஃகு தாயாரிப்பதற்கு மாங்கனீஸ் அத்துணை இன்றியமையாததாக உள்ளது. நமக்குத் தெரிந்த எல்லா விதமான எஃகிலும் மாங்கனீஸ் ஏதாவது ஒரு உருவில் கலந்துள்ளது. எனவே, மாங்கனீசும் இரும்பும் தோளோடுதோள் நிற்கின்றன என்று கூறலாம். இதை உறுதிப்படுத்தும் வண்ணம் இயற்கையில் இவ்விரு உலோகங்களும் பல இடங்களில் ஒன்றாகவே கிடைக்கின்றன. மாங்கனீஸ் என்ற பெயர் 'மாக்னெஸ்' (magnes) என்னும் வார்த்தையிலிருந்து பிறந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. மாக்னெஸ், என்றால் காந்தம் என்பது பொருள். மாங்கனீஸ் இரும்பு போல் தோற்றம் அளித்ததால் இவ்வாறு அழைக்கப்பட்டது. மாங்னீஸ் கனி ஏற்றுமதியில் இந்தியா முக்கிய இடம் வகிக்கிறது. இவ்வுலோகத்தை நம்மிடமிருந்து வாங்கும் நாடுகள் அதை எஃகாக மாற்றி நமக்கு ஏற்றுமதி செய்கின்றன. எனவே இந்த உலோகத்தைப் பற்றி நாம் கொஞ்சம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியம். நம் நாட்டில் அதிக அளவு எஃகு தயாரிக்க நாம் முயன்று வருகிறோம். இந்நிலையில் மாங்கனீஸ் உலோகத்தை எங்ஙனம் சேமிப்பது, எங்ஙனம் உபயோகப்படுத்துவது என்பதைப் பற்றியும் நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

மாங்கனீஸ் சாம்பல் வெண்மையான ஒரு உலோக மாகும். பார்ப்பதற்கு இது இரும்பு போல் காணப்படும். 'பைரோலுசைட்' (pyrolusite) என்னும் கனியிலிருந்து இதைப் பிரித்தெடுக்கிறார்கள். 'பைரோலுசைட்'என் பது மாங்கனீசின் ஆக்சைடு ஆகும். இதை மாங்கனீஸ் டயாக்சைடு என்றும் கூறுவர். இது மாங்கனீஸ் உலோகம் தயாரிப்பதற்கும், எஃகு தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுவது தவிர, நமது 'டார்ச்' விளக்குகளில் உபயோகப்படுத்தும் பசை மின் கலங்கள் (dry cells) தயாரிப்பதற்கும் பெரும் அளவில் உபயோகப் படுகிறது. இம் மின் கலத்தில் துத்தநாகம் ஒரு மின் துருவமாக உபயோகப்படுகிறது. துத்தநாகம் அங்குள்ள இரசாயனக் கரைசலுடன் கிரியை புரிந்து கொஞ்சம் ஜலவாயுவையும் உற்பத்தி செய்கிறது. இவ்வாறு உற்பத்தியாகும் ஜலவாயு படிப்படியாக அங்கு சேர்ந்து தங்கினால் மின்கலம் சரிவர வேலை செய்வதில்லை. எனவே, ஜலவாயுவை அகற்ற வேண்டியது அவசிய மாகிறது. இதை அங்கிருந்து அகற்றும் பொருளுக்கு 'டிபொலரைசர்' (Depolariser) என்று பெயர். மாங்கனீஸ் டயாக்சைடு, அதாவது சுத்தம் செய்யப்பட்ட 'பைரோலுசைட்' இம்மின் கலங்களில் 'டிபொலரைசராக வேலை செய்கிறது. அடுத்த முறை டார்ச் விளக்கைக் கையில் எடுக்கும் போதெல்லாம் அங்கு மாங்கனீஸ் எவ்வாறு நமக்கு உதவுகிறது என்பதை நீங்கள் இனி நினைவு கூறுவீர்கள். இத்தகைய பசை மின் கலங்கள் தற்போது நம் நாட்டிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. எனவே, நம் நாட்டில் கிடைக்கும் மாங்கனீஸ், மின்கலங் கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப்படலாம். பைரோலுசைட் கனி கரிய நிறமான, ஒளியை ஊடுருவிச் செல்லவிடாத. மிருதுவான, பிரகாசம் பொருந்திய கட்டியாகும். இதைக் கையில் நசுக்கினால் பொடிப் பொடியாகி விரல்களை எல்லாம் கறுப்பாக்கிவிடும்.

பலவகையான எஃகுக் கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்குத்தான் மாங்கனீஸ் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவற்றுள் ஒன்று 'ஃபெர்ரோ மாங்கனீஸ்' (Ferro manganese)ஆகும். இது தான் மாங்கனீசைக் கலப்பு உலோகம் தயாரிக்க உபயோகிக்கும் பொழுது சேர்க்கப்படும் பொருளாகும். இதில் 80% மாங்கனீசும் மீதியில் பெரும்பகுதி இரும்பும் உள்ளது. இது இரும்பைப் போலவே அதே வகையான ஊது உலையில் தயாரிக்கப் படுகிறது. ஊது உலையில் மாங்கனீஸ் கனி, கல்கரி, சுண்ணும்புக்கல் ஆகிய மூன்றையும் கலந்து சூடாக்கி இதைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

'ஸ்பீகல்ஐசன்' (Spiegeleisen) என்பது மாங்கனீசின் மற்றொரு கலப்பு உலோகமாகும். இதில் 20% மாங்கனீசும் மீதி கரி அதிகமாக உள்ள இரும்பும் உள்ளது. எஃகு தயாரிப்பதற்கு இரும்புடன் இது சேர்க்கப்படுகிறது.

மேற்கூறிய கலப்பு உலோகங்களை இரும்புடன் சேர்க்கும் போது இவற்றிலுள்ள மாங்கனீஸ் எஃகைச் சுத்தப்படுத்துகிறது. எனவேதான் மாங்கனீஸ் சுத்தப் படுத்தும் உலோகம் (scavenging metal) என்று அழைக்கப் படுகிறது.

ஊது உலையில் தயாரிக்கப்படும் இரும்பில் கந்தகம், பாஸ்பரஸ் போன்ற வேறு பல பொருள்களும் கலந்துள்ளன. இவை இரும்பை எளிதில் உடையும் தன்மை உள்ளதாக ஆக்கி விடுகின்றன. இவ்வாறு உடைந்த இரும்பை மறுபடி உருக்கி இரும்பாகச் செய்யமுடியாது. உஷ்ணத்தின் மூலம் இதன் உருவத்தை மாற்றி அமைக்க முடியாது. எனவே, இத்தகைய இரும்புடன் மாங்கனீசின் கலப்பு உலோகங்களான ஃபெரோ மாங்கனீஸ் அல்லது 'ஸ்பீகல்ஐசன்' இவற்றைக் கலந்தால் இதில் உள்ள மாங்கனீஸ் இரும்பிலுள்ள அழுக்குகளுடன் இரசாயன

முறையில் ஒன்று கலந்து, எஃகுக்கு நல்ல தகடாக ஆகும் தன்மையையும், கொல்லுலைக் கருவிகள் செய்வதற் கேற்ற தன்மையையும் தருகிறது. இவ்வாறு தயாரிக்கப் படும் எஃகில் உள்ள மாங்கனீஸ் சல்பைடு, முதலிலேயே அதில் இருந்த இரும்பு சல்பைடைக் காட்டிலும் குறை வான இடையூறுகளையே தோற்றுவிக்கின்றது.

மாங்கனீஸ் சுத்தப்படுத்தும் உலோகமாக இருப் பதுடன் உலோகக் கலவைக்கு மிகவும் தகுதியான உலோகமாகவும் விளங்குகிறது. மாங்கனீஸ் கலந்த எஃகு நல்ல உறுதியுள்ளதாகவும், நீண்டகாலம உழைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கிறது. எனவே, இதுகல் உடைக்கும் கருவிகள், இருப்புப் பாதைகள் முதலியவை செய்ய உபயோகிக்கப் படுகிறது. இங்கெல்லாம் உலோகம் அதிகம் தேய்கிறது. இங்கிலாந்தில் ஒரு ரயில்வே நிலையத்தில் சாதாரண எஃகைக் கொண்டு போடப் பட்ட ரயில் பாதையை ஒன்பது மாதங்களுக்கு ஒரு முறை மாற்ற வேண்டி இருந்தது. ஆனால், மாங்கனீஸ் கலந்த எஃகு உபயோகப் படுத்தப் பட்ட பொழுது பாதைகள் மாறுதலில்லாமல் 22 வருஷங்கள் உழைத்தன. போர்வீரர்கள் தலையில் அணியும் இரும்புத் தொப்பியும் மாங்கனீஸ் கலந்த எஃகிலிருந்து செய்யப் படுகிறது. ஓடும் ரயிலை நிறுத்துவதற்கு அதன் சக்கரத்தில் உராயும் பொருட்டு அமைக்கப்பட்டுள்ள "பிரேக்" கட்டைகள் (break shoes) மிகவும் உறுதியான எஃகினால் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இக்கட்டைகளுக்கு வேண்டிய உறுதியை மாங்கனீஸ் அளிக்கிறது. பெரிய பாறைகளைப் பொடிக்கும் இயந்திரங்கள், இரும்பு பீரோக்கள் ஆகிய வை தயாரிப்பதிலும் மாங்கனீஸ் வெவ்வேறு சதவீதங் களில் உபயோகிக்கப் படுகிறது. பொறியியல் துறையில் உபயோகமாகும் எஃகுகளில் மாங்கனீஸ் முக்கியமான பணியாற்றுகிறது. இரும்புடன் அது தரமான எஃபெர்ரோ

மாங்கனீசாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. தரமான ஃபெரோ மாங்கனீஸ் என்பது 7% கரி. 78- 82% மாங்கனீஸ் கலந்த உலோகமாகும்.

மனிதன், மிருகங்கள், தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் உணவுச் சத்துக்களில் மாங்கனீஸ் ஒரு முக்கியமான பொருளாகும். நாம் நாள் ஒன்றுக்குச் சுமார் 4 மில்லி கிராம் மாங்கனீசை உட்கொள்ளுகிறோம். நம் உடலில் எலும்புகள், திசுக்கள், கல்லீரல், ஊனீர் நாளங்கள் (lymph nodes) ஆகியவற்றில் மாங்கனீஸ் காணப்படுகிறது. ஆனால், உடலில் அதிக அளவு மாங்கனீஸ் சேர்ந்தால் 'மாங்கனீயிசம்' (manganism) என்னும் பக்கவாத நோய் ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாகத் தசை நார்களின் பிடிப்பு, உடம்பை வளைக்க முடியாமை, நடக்க முடியாத நிலைமை ஆகியவை தோன்றுகின்றன. சாயம் தோய்க்கும் தொழிலில், பொருள்கள் கெட்டிச்சாயம் கொண்டதாக இருப்பதற்கென மாங்கனீஸ் அசிடேட் உபயோகிக்கப் படுகிறது. இது தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், தோல் ஒப்பனை வேலையிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெயிண்ட், வார்னிஷ் முதலியன தயாரிக்கும் தொழிலில் இவை பூசப்பட்டவுடன் விரைவாக உலர்வதற்காக மாங்கனீஸ் அசிடேட் உபயோகிக்கப்படுகிறது. அச்சு மைகள் உடனே உலர்வதற்காக அத்தொழிலில் மாங்கனீஸ் போரேட் (manganese borate) உபயோகிக்கப்படுகிறது.

கண்ணாடி தயாரிக்கும்பொழுது கண்ணாடியிலுள்ள இரும்பினால் அது பச்சை நிறம் கொண்டதாகக் காணப் படும். இதைத் தவிர்ப்பதற்கென மாங்கனீஸ் டயாக் சைடை உபயோகிக்கிறார்கள். பீங்கான் சாமான்களுக்குப் பழுப்பு நிற மெருகு கொடுப்பதற்கும் இது உபயோக மாகிறது. பேரியம் மாங்கனேட் (barium manganate) என்பது நச்சுத் தன்மையற்ற சுத்தமான பச்சை வண்ணப்

பொருளாகும். இது சுண்ணும்பால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே, சுவர்களுக்குச் சாயம் பூசுவதிலும், சுவர்வண்ணச் சித்திரங்கள் வரைவதற்கும் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மாங்கனீசைத் தன்னிடம் கொண்ட சாதாரண இரசாயனப் பொருள் பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் (potassium permanganate) ஆகும். இது கிருமி நாசினியாகவும், தொற்றுத் தடை மருந்தாகவும் (disinfectant) உபயோகிக்கப்படுவதை நாம் அறிவோம். நமது வீடுகளில் முதல் உதவிக்காக இதை வைத்திருப்பதும் உண்டு. இது பிற பொருள்களைப் பிராணவாயுவுடன் இணைக்கும் கருவிப் பொருளாக (Oxidiser) இருப்பதால், இரசாயனத் தொழில் துறையில் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது. 'சாக்கரின்' (Sacharin) தயாரிப்பதற்கும், துணிகளை வெளுப்பதற்கும், வாசனைத் திரவியங்கள் தயாரிக்க உதவும் எண்ணெய்களை வெளுப்பதற்கும், நிறமற்றதாகச் செய்வதற்கும், தோல் பதனிடுவதற்கும், மரங்களைப் பாதுகாப்பதற்கும், அவற்றிற்குச் சாயமூட்டுவதற்கும் இது பயன் படுகிறது. சோடியம் பர்மாங்கனேட்டும் தொற்றுத்தடை மருந்தாகவும், நச்சுக் கொல்லியாகவும் பயன்படுகிறது.

மாங்கனீஸ், உலோகசோப்புக்களாக (metallic soaps) பெயிண்ட், வார்னிஸ் தொழில் துறையில் அவை விரைவில் உலர்வதற்காக உபயோகிக்கப் படுகிறது. மாங்கனீசின் கூட்டுப் பொருள்களான அசிடேட், ஆக்சைடு, போரேட் இவைகள் சோயா பீன்ஸ் எண்ணெய், நல்லெண்ணெய் இவற்றுடன் இரசாயன முறையில் கலந்து மாங்கனீஸ் சோப் எனப்படும் பொருளை அளிக்கிறது. இது பெயிண்ட் வார்னிஷ் ஆகியவற்றை விரைவில் உலரச் செய்கிறது.

உலோகமாகவும், கலப்பு உலோகமாகவும், இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளாகவும் மாங்கனீஸ் முக்கியமான

பணியாற்றுகிறது. இது நம் நாட்டில் மிக அதிகமாகக் கிடைப்பது நமது பாக்கியமேயாகும்.

வெனேடியம்

எஃகு தயாரிப்பதற்கு வெனேடியத்தை ஒரு கலப்பு உலோகமாகப் பயன் படுத்தலாம் என்பதை இந்த நூற்றுண்டின் ஆரம்பம் வரை யாரும் அறியவில்லை. அப்போது இது மிக்க அரிதாகக்கிடைக்கும் உலோகமாக இருந்தது. ஆனால், இப்போது மோட்டார்கார், விமானம் தயாரிக்கும் தொழில் துறையில் இது இன்றியமையாத உலோகமாகும். உலகில் தயாரிக்கப்படும் வெனேடியம் முழுதும் எஃகுத் தொழிலில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மாங்கனீசைப் போலவே எஃகைச் சுத்தம் செய்யும் உலோகமாக இது உபயோகமாகிறது. எனினும் எஃகின் தரத்தை உயர்த்தும் கலப்பு உலோகமாகவே இது வெகுவாக மதிக்கப் படுகிறது. வெனேடியம் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட எஃகில் ஆயிரத்திற்கு 5 பாகத்திற்கும் குறைவான வெனேடியம் இருப்பினும் அந்த எஃகு வியக்கத்தக்க சக்தியுடையதாக விளங்குகிறது.

மிகுந்த வேகத்தில் சுழற்றப்படும் கைக்கருவிகள் டங்ஸ்டன், குரோமியம், இரும்பு இவைகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப் படுகின்றன. இத்துடன் மிகக் குறைந்த அளவு வெனேடியத்தைச் சேர்த்தால் அக்கருவிகள் மிகக் கடினமான உபயோகத்தையும் தாங்கிக் கொள்ளுகின்றன. 5அங்குல கன அளவுள்ள வெனேடிய எஃகுக் கம்பியை இரண்டாக வளைத்தாலும் சிறு கீறல் கூட வளைந்த இடத்தில் தோன்றுவதில்லை. இந்த எஃகு பழுக்கக் காய்ந்திருக்கும் போது இன்னும் கடினமாக விளங்குகிறது. இவ்வளவு வலிமை கொண்ட வெனேடிய எஃகு தான் கார், பஸ், ரயில் முதலியவற்றில் பிரயாணம்

செய்யும் பொழுது சொகுசான சவாரியை நமக்கு அளிக்கிறது.

வெனேடிய எஃகின் உபயோகத்தை 1906-ம் ஆண்டில் ஒரு கார் பந்தயத்தில் ஹென்றி போர்டு (Henri Ford) என்பவர் கண்டு பிடித்தார். அந்தப் பந்தயத்தில் அவருடைய கார் தோற்றது. பிரஞ்சுக் கார் வெற்றி பெற்றது. எனவே, வெற்றி பெற்ற பிரஞ்சுக் காரின் பாகங்களை அவர் ஆராயலானார். அப்பொழுது அக்காரில் வெனேடிய எஃகு உபயோகிக்கப் பட்டிருந்ததை அறிந்தார். அக்காலத்தில் இந்த உலோகக் கலவைபெருத்தஅளவுதொழில்முறையில்அகப்படவில்லை. ஒரு ராத்தல் வெனேடியம் 4760 டாலருக்கு மேல் விற்கப் பட்டது. உலகின்மிக அரிய உலோகமாக இது அப்போது விளங்கியது. ஆனால், அதே ஆண்டில் தென் அமெரிக்காவில் மிகச் சிறந்த வெனேடியக் கனி புதையுண்டு கிடந்தது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

'பெரு' (Peru) என்னும் நாட்டில் ஆண்டீஸ் (Andes) என்ற மலையில் 15000 அடி உயரத்தில் இவ்வுலோகம் புதைந்திருந்தது கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இருப்பினும் இதை வெட்டி எடுத்து உலோகத்தைத் தனியாகப் பிரித்தார்கள். இன்றும் உலகிலேயே மிக அதிகமாக வெனேடியம் இந்த ஒரு இடத்தில்தான் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது.

கார்னைட் (Carnotite)என்பது வணிகத்துறையில் ஒரு முக்கியமான கனி ஆகும். அநேகமாக வெனேடியம், யுரேனியம் ஆகிய இரண்டு உலோகங்களும் இக்கனியில் சேர்ந்தே கிடைக்கின்றன. வெனேடியம் சிவப்பு நிறமான கட்டியாகக் கிடைக்கிறது. யுரேனியம் மஞ்சள் நிறக் கட்டியாகக் கிடைக்கிறது.

உற்பத்தியாகும் வெனேடியத்தில் பெரும் பகுதி எஃகுத் தொழிலில் ஒரு கலப்பு உலோகமாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. கைக் கருவிகளுக்கான எஃகு தயா ரிப்பதில் தான் அதிகமான வெனேடியக் கலவை உபயோ கிக்கப்படுகிறது. பொருள்களை வெட்டும் போது உண் டாகும் அதிகமான உஷ்ணத்தைத் தாங்கிக்கொள்ளும் அளவு கெட்டியானதாகவும், வெட்டும் சக்தி அதிகம் கொண்டதாகவும் இருப்பதால் இது மேற் கூறியவாறு உபயோகமாகிறது.

எஃகு வார்ப்புகள் தயாரிப்பதற்கும் வெனேடியம் பயன்படுகிறது. இந்த எஃகு வார்ப்புகள் மிகவும் வலு வுள்ளவையாக விளங்குகின்றன. பனமா கால்வாயில் உள்ள தண்ணீரில் உயரத்தை மாற்றி அமைக்கும் அமைப் பில் (locks) உள்ள கீல்களைச் செய்வதற்கு மட்டும் 1000 டன்கள் வெனேடியம் உபயோகிக்கப்பட்டது.

வெனேடியத்தின் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள் களும் தொழில் துறையில் அதிகமாக உபயோகமாகின்றன. வெனேடியம் பெண்டாக்சைடு (vanadium pentoxide) அமோனியம் வெனடேட் (ammonium vanadate) ஆகி யவை இவற்றுள் முக்கியமானவையாகும். இவை நை லான் தயாரிப்பதற்கும், தொடு முறையில் (contact process) கந்தகாமிலம் தயாரிப்பதற்கும், தாலிக் அமிலம் (phthalic acid) போன்ற ஆர்கானிக் கூட்டுப் பொருள்கள் தயாரிப் பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

சுத்தமான கண்ணாடிகளில், அவை ஊதா கடந்த நிறங்களின் கதிர்களைத் (ultraviolet rays) தடுப்பதற்காக வெனேடியக் கூட்டுப் பொருள்கள் உபயோகிக்கப்படு கின்றன. ‘எனமல்’ (enamel) தொழில் துறையில் மெரு கூட்டும் பொருள்களாகவும் இவை பயன்படுகின்றன.

சாயம் தயாரிக்கும் தொழிலில் துணி, பட்டு ஆகிய வற்றின் சாயத்தைக் கெட்டிப் படுத்தும் பொருள்கள் (mordants) தயாரிக்கவும் இதுஉபயோக மாகிறது.

வெனேடியம் தற்கால உலகில் ஒரு வியக்கத்தக்க உலோகம் ஆகும்.

அலுமினியமும் மக்னீஷியமும்

லேசான உலோகங்கள்

அலுமினியம் :

"குடை நிழல் இருந்து குஞ்சரம் ஊர்ந்தோர் நடை மெலிந்து ஓர் ஊர் நண்ணினும் நண்ணுவர்" ... என்பது உலோகங்களின் வாழ்விலும் உண்மையாகியுள்ளது. நேற்றுவரை எவரும் அறியாத ஒரு உலோகம் இன்று திடீரென்று எல்லோராலும் விரும்பப்படுகிற உலோகமாகி விடுகிறது. சமூக அமைப்பும், நாகரிக வளர்ச்சியும், போக்குவரவு, செய்தித் தொடர்பு சாதனங்களால் நாடுகள் ஒன்றோடொன்று கொள்ளும் தொடர்பின் விரைவான பெருக்கமும் இதற்குக் காரணமாகின்றன. லேசானதும், துருப் பிடிக்காததுமான வியக்கத்தக்க உலோகம் அலுமினியம் இதற்கு எடுத்துக் காட்டாக உள்ளது. அலுமினியம் தற்கால உலகின் கண்டுபிடிப்பாகும். 19-ம் நூற்றாண்டின் முன் பகுதியில்தான் இவ்வுலோகத்தைப் பற்றி மக்கள் அறிந்தனர். அன்றிலிருந்து இதன் விலை குறைந்து கொண்டே வந்தாலும், உபயோகம் பெருகிக் கொண்டே போகிறது. இன்று ஒரு ஆண்டில் சுமார் 4 மிலியன் டன்கள் அலுமினியம் உபயோகமாகி வருகிறது.

சரித்திரத்திலேயே முதன் முதலாக இதை அதிக அளவு தயாரித்தவர் ஹென்ரி செயிண்ட்க்ளேர் தெவிய்ய (Henri Sainte Claire Deville) என்னும் பிரஞ்சு விஞ்ஞானியாவார். பல ஆண்டுகளுக்கு இது 'தெவிய்யரின் உலோகம்' (Deville's metal) என்றே அழைக்கப்பட்டு வந்தது. இதன் வியக்கத்தக்க லேசான தன்மை பிரஞ்சு

நாட்டில் மிகுந்த பரபரப்பை ஏற்படுத்தியது. பேரரசர் நெப்போலியன் தனது படை வீரர்களுக்கு இந்த உலோகத்தைக் கொண்டு கவசமும், தலையணியும் தயாரிக்க முடியுமா என்று அறிந்து கொள்வதில் ஆவல் காட்டினர். ஆனால், இதைத் தயாரிக்கும் முறை மிகவும் கடினமானதாகவும், அதிகச் செலவு கொண்டதாகவும் இருந்ததால் 1852-ம் ஆண்டு ஒரு ராத்தல் அலுமினியம் 2700 ரூபாய்க்கு விற்கப்பட்டது. இது மிகவும் விலை மதிப்புள்ள உலோகமாகக் கருதப்பட்டபடியால் முதல் முதலில் இதிலிருந்து செய்யப்பட்ட பொருள் பிரஞ்சு நாட்டு இளவரசனுக்கு ஒரு தொட்டில் கிலுகிலுப்பை ஆகும்! பிரஞ்சு அரசரின் சபைக்கு விஜயம் செய்த விருந்தினருக்கு இவ்வுலோகம் பரிசுப் பொருளாக அளிக்கப்பட்டு வந்தது. அரசி யூஜெனிக்கு (Eugenie) 12 அலுமினியம் 'ஸ்பூன்கள்' பரிசாக வழங்கப்பட்டன. சயாம் நாட்டு அரசருக்கு அலுமினியத்தில் செய்த கடியாரச் சங்கிலி பரிசாக வழங்கப்பட்டது. பிரபல ரஷ்ய இரசாயன விஞ்ஞானியான மெண்டலியீவ் (Mendelyeev) என்பவருக்கு அலுமினியத்தால் ஆன பூத்தொட்டி ஒன்று பரிசாக வழங்கப் பட்டது. தங்கத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்ததெனக் கருதப்படும் அளவு அதன் புகழ் ஓங்கி நின்றது. மூன்றாவது நெப்போலியன் அளித்த அரசாங்க விருந்துகளில் பிரஞ்சு நாட்டு உயர் குடி மக்களுக்குத் தங்கத் தட்டுக்களும், வெள்ளிக் கரண்டி, முள்களும் வழங்கப் பட்டன. ஆனால், வெளிநாடுகளிலிருந்து வரும் அரசர்களுக்கும், உயர் அதிகாரிகளுக்கும் மட்டுமே அலுமினியத்தால் ஆன கரண்டிகளும், முள்களும் வழங்கப்பட்டன. செயிண்ட் கிளேர் அலுமினியத்தின் விலையை வெகுவாகக் குறைக்க மிகவும் பாடுபட்டார். அலுமினியம் தயாரிப்பதற்கென ஒரு சிக்கனமான முறையை இவர் வகுத்தார். இதன் மூலம் அலுமினியம் குளோரைடை

(aluminium chloride) சோடியத்துடன் கலந்து இரசாயன முறையில் குறைத்து அலுமினியம் தயாரிக்கப் பட்டது.

இந்த முறையைப் பின்பற்றி பிரான்ஸ், பிரிட்டன், சுவிட்சர்லாந்து ஆகிய நாடுகளில் பல தொழிற்சாலைகள் நிறுவப் பட்டன. அப்போது ஆண்டு ஒன்றுக்குச் சுமார் 13 டன் அலுமினியம் தயாரிக்கப்பட்டது. ஒரு ராத்தல் சுமார் 60 ரூபாய்க்கு விற்கப்பட்டது. இப்போது இது ராத்தல் 2 ரூபாய் வீதம் விற்கப்படுகிறது. உற்பத்தியும் இப்போது ஆண்டுக்கு சுமார் 4 மிலியன் டன்கள் ஆகும். என்ன வேற்றுமை!

இந்த வேறுபாட்டுக்கு வழி கோலியவர்கள் சார்லஸ் மார்ட்டின் ஹால் (Charles Martin Hall), பால் லூயி தூ செயிண்ட் ஹெரூல்ட் (Paul Louis Toussaint Heroult) என்ற இரண்டு இளைஞர்கள் ஆவர். இவர்கள் இருவரும் ஒரே ஆண்டில் பிறந்து (1863), ஒரே ஆண்டில் (1914) இறந்தார்கள். முன்னவர் ஒரு அமெரிக்கர். பின்னவர் ஒரு பிரஞ்சுக்காரர். இருவரும் ஒரே மாதிரியான முறையைக் கண்டுபிடித்துப் பெரிய தொழிற்சாலையை நிறுவி, தம்தம் முறையைப் பரிசோதித்துப் பார்க்கலாயினர். இவர்கள் வாழ்க்கை குறிப்பிடத் தக்கதொன்றாகும். 22 வயதிலேயே, உலோகத் தொழிலில் பெரிய சாதனைகளைப் பல இடையூறுகளுக்கும் இடையே, தொழில் அதிபர்களின் ஊக்கம் கிட்டாமற் போனபோதும் சாதித்துக் காட்டினர். இவர்கள் காலத்தில் அலுமினியத்தின் சிறந்த சக்திகள் பலருக்கும் தெரிந்திருக்கவில்லை. பெரிய அளவில் இந்த உலோகத்தைத் தயாரிக்கத் தொழில் அதிபர்கள் எவரும் முன்வரவில்லை. இப்போது இவ்விருவரது வாழ்க்கையையும் கண்டு, இருவரும் தனித்தனியே வேலை செய்தபோதிலும் ஒரே

முறையை எங்ஙனம் கண்டு பிடித்தனர் என்பதைக் காண்போம்.

அமெரிக்காவில் 'ஒஹையோ' (Ohio) மாகாணத்தில் 'ஒபெர்லின்' (Oberlin) என்னுமிடத்தில் ஒபெர்லின் (Oberlin) கல்லூரியில் சார்லஸ் மார்ட்டின் ஹால் இரசாயனம் படித்துக் கொண்டிருந்தார். இவர் ஒஹையோ மாகாணத்தில் 'கெவுகா' (Geauga) மாவட்டத்தில் தாம்சன் (Thomson) என்ற கிராமத்தில் பிறந்தார். ஒரு நாள் இரசாயன வகுப்பில் இவருடைய பேராசிரியர் 'பிராங்க் எப். ஜுவெட்' (Frank F. Jewett) "யார் ஒருவர் அலுமினியம் தயாரிப்பதற்கு மலிவான முறை ஒன்றைக் கண்டு பிடிக்கிருரோ அவர் தனக்குப் பெருஞ் செல்வச் சிறப்பைத் தேடிக் கொள்வதோடு உலக மக்களுக்கும் சிறந்த சேவை செய்தவராவார்" என்று குறிப்பிட்டார். இதைக் கேட்ட ஹால் உற்சாகத்தால் தூண்டப் பட்டவராய் அலுமினிய உலோகத் தேட்டையில் ஈடுபட்டார். தன் தகப்பனரிடமிருந்த இரசாயனப் புத்தகத்திலிருந்து அலுமினியத்தைப் பற்றி முதலில் அறிந்து கொண்டார். அப்புத்தகத்தில் "அலுமினியத்தின் குளோரைடையும் பொட்டாசியத்தையும், மூடிய பிளாட்டினம் அல்லது பீங்கான் மூசையில் (crucible) வைத்துச் சூடாக்க வேண்டும். பின்னர் தண்ணீரால் அதைக் கரைக்க வேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட உலோகம் சாம்பல் நிறப்பொடியாகவும், பிளாட்டினத்தைப்போல் தோற்றமும் கொண்டதாக இருக்கிறது. ஆனல், ஒரு கலுவத்தில் (mortar) இட்டுத் தேய்த்தால் உலோகப் பளபளப்புத் தெளிவாகத் தெரிகிறது. இது மிகுந்த உஷ்ணத்தில் வார்ப்பு இரும்பைக் காட்டிலும் விரைவில் உருகுகிறது. இங்கிலையில் இது மின்சாரத்தைக் கடத்துகிறது. ஆனல், குளிர்ச்சியாக

இருக்கும் பொழுது மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில்லை.'' என்று விவரம் கொடுக்கப் பட்டிருந்தது இதை அடிப் படையாகவும் 'தெலிய்ய' அவர்களின் ஆராய்ச்சிகளை வழிகாட்டியாகவும் கொண்டு 'ஹால்' எண்ணற்ற பரி சோதனைகள் செய்யத் தொடங்கினர். களிமண் இருக்கு மிடமெல்லாம் அலுமினியச் சுரங்கமே என்று தெலிய்ய குறிப்பிட்டிருந்ததால் இவர் களிமண்ணைக் கரியுடன்– சேர்த்து மிக அதிகமான உஷ்ணத்தில் குறைக்க முயன் றார். மேலும் களிமண்ணையும் கரியையும் ஒன்று கலந்து அதை அடுப்புக்கரி, பொட்டாசியம் குளோரேட் கல வையை உபயோகித்துக் கொளுத்தவும் முயற்சி செய் தார். ஆனல், மேற்கூறிய இரண்டு முறைகளும் பலன் தரவில்லை. பின்னர், இவர் 'அலுமினவை' (அலுமினியம் ஆக்சைடு) கரியுடன் சேர்த்து, அவற்றேடு பேரியம் உப்புக்கள், 'கிரியோலைட்,' சோடியம் கார்பனேட் போன்ற கிரியா ஊக்கிகளைச் சேர்த்தும் பரிசோதனைகள் செய்தார். இவையும் பலனளிக்கவில்லை. இது போன்று பல முயற்சிகளுக்குப் பிறகு, மின் பகுப்பு முறையை மேற் கொண்டார்.

ஒரு திரவத்தின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தி அங்கு இரசாயன மாறுபாடு உண்டாகுமாறு செய்வதற்கு மின் பகுப்பு முறை என்று பெயர். தற்பொழுது பல தொழிற்சாலைகள் இரசாயனத் தனிமங்கள் தயாரிப்பதற்கு மின் பகுப்பு முறையை மேற்கொள்ளுகின்றன. ஆனல், ஹால் தனது பரிசோதனைகளைச் செய்து வந்த காலத்தில் இது பற்றி ஒன்றும் தெரியாமல் இருந்து வந்தது. அது வும் தொழில் துறையில் மின் பகுப்பு முறையின் உபயோ கம் பற்றி எவரும் அறிந்திருக்கவில்லை. அக் காலத்தில் 30 வோல்ட் சக்தியில் 400 ஆம்பயர் (amperes) மின் சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதற்காகத் தயாரிக்கப்பட்ட

'டைனமோ' (dynamo) வையே மிகச் சக்தி வாய்ந்ததாகக் கருதி வந்தனர். ஆனால், இன்றோ அலுமினியம், மக்னீஷியம் போன்ற உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் மின்பகுப்புக் கலங்களில் 30,000 முதல் 70,000 ஆம்பயர்வரை மின்சாரம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. துவக்கத்தில் தான் படித்த ஒபெர்லின் கல்லூரியிலிருந்து மின் கலங்களைக் கடனாகவோ அல்லது வாடகைக்கோ வாங்கி வந்து அலுமினிய உப்புக் கரைசலில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி உலோகத்தைப் பிரிக்க முயன்றார். ஆனால், இம்முறையில் அலுமினியத்திற்கு பதிலாக ஜலவாயுவே கிடைத்தது. எனவே, தண்ணீர் இல்லாத அலுமினியக் கரைசல் இதற்குத் தேவையென அறிந்து, அலுமினியத்தைக் காட்டிலும் நிலையான ஒரு கரைப்பானில் அலுமினிய உப்பைப் போட்டு மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் உலோகம் தனியே பிரியும் என்று எண்ணினார். தனது பரிசோதனையில் மக்னீஷியம் புளோரைடை (magnesium fluoride) கரைப்பானாக உபயோகித்தார். இவை இரண்டும் உயர்ந்த உஷ்ணத்தில்தான் உருகும் என்பதை அறிந்தார். மேற்கொண்டு அவர் செய்த ஆராய்ச்சிகளை அவர் வாயினாலேயே கேட்போம்.

"நான் படித்துப் பட்டம் பெற்ற ஒபெர்லின் கல்லூரிப் பேராசிரியர் ஜுவெட்டிடமிருந்து மின்கலத்தைக் கடன் வாங்கி என் பரிசோதனைகளைத் தொடங்கினேன். இதன் பிறகு நான் கிரியோலைட்டை உபயோகித்ததில் அது விரைவில் உருகி அலுமினியத்தை அதிக அளவில் கரைத்தது. கொஞ்சம் கிரியோலைட்டை ஒரு களிமண் மூசையில் உருக்கி, அலுமினியாவை அதில் கரைத்து, அதன் வழியே 2 மணி நேரத்திற்கு மின்சாரத்தைச் செலுத்திப் பார்த்தேன். மூசையிலுள்ள உலோகத்தை வெளியே கொட்டிப் பார்த்தபோது அதில் அலுமினியம்

இருக்கவில்லை. களிமண்ணில் இருக்கக்கூடிய 'சிலிகா' போன்ற அழுக்குகள்தான் இம்முறையில் அலுமினியம் பிரிவதற்குக் குறுக்கே நிற்கின்றன என்று எனக்குப் பட்டது. அடுத்ததாகக் கரியினாலான ஒரு மூசையில் இதே பரிசோனையைச் செய்தேன். இப்போது எனக்குக் கொஞ்சம் வெற்றிகிட்டியது. மூசையிலிருந்த பொருளை வெளியே கொட்டியபோது அலுமினியம் பல சிறிய உருண்டைகளாக வெளியே விழக் கண்டேன். நான் எதைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டுமென்று முயன்று வந்தேனோ அதைக் கண்டுபிடித்து விட்டேன் என்று நம்பினேன்''

அலுமினியம் தயாரிப்பதற்குப் பெயர் பெற்ற ஹால் முறை' என்பது இதுதான். இன்றும் அலுமினிய உலோகத் தொழில் இந்த அடிப்படையில்தான் அநேகமாக நடை பெறுகிறது.

அலுமினியம் ஆக்சைடைக் கிரியோலைட் என்ற உலோகத்தில் கரைக்கலாம் என்று ஹால் கண்டு பிடித்ததுதான் உண்மையான படைப்பாகும். (கிரியோலைட் என்பது அலுமினியப் புளோரைடு, சோடியம் ஆகியவை சேர்ந்த ஒரு பொருளாகும். இதை இரசாயனத்தில் 3Naf· AlF ³ என்று எழுதுவார்கள்.) கிரியோலைட் 1000० செ. கிரேடில் உருகுகிறது. அலுமினியம் ஆக்சைடு கரைக்கப் பட்ட கிரியோலைட்டை உருக்கி, இக்கரைசலை மின் பகுப்பு மூலம் பிரித்தால் அலுமினியம் கிடைக்கிறது.

ஏறத்தாழ இதே சமயத்தில் 1886-ம் ஆண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டில் 'பால் ஹெரூல்ட்' என்ற இளைஞர் அலுமினியம் தயாரிப்பதற்கு இதே முறையைக் கண்டு பிடித்தார். இம்முறையை அமெரிக்காவில் பதிவு (patent) செய்வதற்கு ஹெரூல்ட் முயன்றபோது, அங்கு இதே

முறைக்கான பதிவு விண்ணப்பம் ஹால் என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டிருந்ததை அறிந்தார். தாங்களே இவ்வுலோகத்தைக் கண்டு பிடித்தவர் என்ற இவர்களது பிரச்சினைக்குப் பின் வருமாறு தீர்வு காணப்பட்டது. ஹாலுக்கு அமெரிக்க உரிமையும், ஹெரூல்ட்டுக்கு பிரான்சு உரிமையும் வழங்கப்பட்டன. விரோதிகளாக மாறுவதற்கு பதிலாக இருவரும் ஒத்துழைத்தனர். ஹெரூல்ட்டின் தந்தை இறந்தபோது தன்னுடைய பதனிடு நிலையத்தை மகனுக்கு விட்டுச் சென்றார். அதில் ஒரு நீராவி இயந்திரம் நிறுவப்பட்டிருந்தது. அங்கு ஒரு சிறு டைனமோவை நிறுவி அலுமினியத்தின் பல்வேறு கூட்டுப் பொருள்களை மின்பகுப்பு முறையில் பிரிப்பதற்கான பரிசோதனைகளை ஹெரூல்ட் மேற் கொண்டார். 23 வயதான இந்த இளைஞர் தனக்குத் தெரிந்த இரசாயன அறிவைக் கொண்டு ஹால் கண்டு பிடித்த அதே முறையைக் கண்டு பிடித்தார். அலுமினியம் தயாரிக்கும் தொழிலின் கதை இதுதான்.

உலகில் மிக அதிகமாகப் புதைந்துள்ள உலோகம் அலுமினியம்தான். 'ஃபெல்ட்ஸ்பார்' (feldspar), களி மண், பாக்சைட், கிரியோலைட், கோரன்டம் (corundum) ஆகிய பொருள்களில் அலுமினியம் கிடைக்கிறது. தெற்கு பிரான்சில் 'லெ போ' (les Baux) என்னுமிடத்தில்தான் முதல் முதலாக இவ்வுலோகம் பூமியிலிருப்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. எனவே, இவ்வுலோகத்திற்கு 'பாக்சைட்' (Bauxite) எனப் பெயர் சூட்டப்பட்டது.

அலுமினியத்தைச் சிக்கனமான முறையில் பிரித்து எடுப்பதற்கு 'பாக்சைட்'தான் முக்கியமான கனியாகும். அலுமினியம் தயாரிக்கும் பொழுது இது சுத்தமான அலுமினியம் ஆக்சைடு அல்லது அலுமினியாவாக மாற்றப்படுகிறது. இரும்புதான் இதிலுள்ள முக்கியமான

அழுக்காகும். அதை அகற்றுவது மிக முக்கியமாயிற்று. பாக்சைட் கனி நன்கு பொடியாக்கப்பட்டு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைக்கப்பட்டு, அழுத்தத்தில் சூடாக்கப்படுகிறது. பாக்சைட்டிலுள்ள அலுமினியா மட்டும் கரைசலுடன் ஒன்று சேர்ந்து விடுகிறது. இரும்பு ஆக்சைடை வடிகட்டிப் பிரித்தெடுத்து விடுகிறார்கள். இந்த அலுமினியா சோடியம் அலுமினியேட் கரைசலைத் தருகிறது. இதைக் குளிர வைத்தால் அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவாகக் (precipitation) கிடைக்கிறது. இதை 1500° செ.கிரேடு உஷ்ணத்தில் சூடாக்கினால் இதிலுள்ள தண்ணீர் ஆவியாகப் போய் விடுகிறது. சுத்தமான அலுமினியம் ஆக்சைடு பாத்திரத்தில் தங்குகிறது. இப்பொழுது இது மின்பகுப்பு முறைக்குத் தயாராக உள்ளது. அலுமினியா 2000 டிகிரி செ.கிரேடுக்கு மேற்பட்ட உஷ்ணத்தில்தான் உருகுகிறது. எனவே, இதை நேராக உருக்கமுடியாது. ஹால் முறையில் கிரியோலைட்டில் 10–15% அலுமினியா கரைசல் இருப்பது இதை 1000° செ.கி. உஷ்ணத்தில் உருக வைத்து மின்பகுப்பு முறைக்குத் தயாராக்குகிறது. இந்த உபயோகத்திற்கேற்ற கிரியோலைட் கிரீன்லாந்தில் (Greenland) கிடைக்கிறது. இரண்டாவது உலக மகாயுத்தம் துவங்குவதற்கு முன்வரை அலுமினிய உற்பத்திக்கு கிரீன்லாந்தில் கிடைக்கும் கிரியோலைட்டையே பெருமளவு நம்பியிருந்தனர். இதைத் தவிர்ப்பதற்காக ஜெர்மனியர்கள் கிரியோலைட்டைச் செயற்கை முறையில் தயாரித்து அலுமினியம் தயாரிக்கப் பயன் படுத்தி வந்தனர்.

அலுமினியம் தயாரிப்பதற்கான மின்சார அடுப்பு எஃகினால் ஆனது. இதன் உட்புறம் கரியால் பூசப்பட்டிருக்கும். கரி இதில் எதிர் துருவமாக வேலை செய்கிறது. இந்த அடுப்பு 8 அடி அகலம், 14 அடி நீளம், 3 அடி ஆழ

மானது. உள்ளே பூசப்பட்டிருக்கும் கரி 1 அடி கனமானது. மின்சாரத்தின் நேர் துருவமாகக் கரியின் குச்சி (rpo(· வேலை செய்கிறது. 10 பாகம் உருகிய கிரியோலைட்டுடன் 1 பாகம் அலுமினு சேர்க்கப்படுகிறது. அலுமினு இதில் கரைந்து விடுகிறது. சக்தி மிக்க மின்சாரம் அலுமினுவை அலுமினிய உலோகமாகவும். பிராணவாயுவாகவும் பிரிக்கிறது. இவ்வாறு பிரியும் பிராணவாயு அதிக உஷ்ணத்தில் அங்குள்ள நேர்மின் முனையான கரியுடன் விரைவில் சேர்ந்து கரியமிலவாயுவை உண்டாக்குகிறது. எதிர் மின் முனையில் அலுமினியம் கூடுகிறது. உருகிய கிரியோலைட்டில் உள்ள அலுமினுவை விட, அலுமினிய உலோகம் கனமானதாகையால் அடுப்பின் அடியில் தங்குகிறது. இதை அவ்வப்போது வார்ப்புக் குழிகளுக்குள் செலுத்துவர். இதன் மூலம் நாம் அலுமினிய வார்ப்புக் கட்டிகளைப் பெறுகின்றோம். இத்தனை வேலைக்கு நடுவிலும் கிரியோலைட் மாற்றம் ஏதும் இன்றி விளங்குகிறது. அது அலுமினுவைக் கரைப்பதற்கு மட்டுமே உதவி செய்தது. எனவே புதிய கிரியோலைட் தேவையில்லை. இதே உருகிய கிரியோலைட்டில் புதிதாக அலுமினுவைச் சேர்த்து மறுபடி வேலையைத் தொடங்கலாம். கரிக் குச்சிகளும் கரியமில வாயுவாக மாறிவிடுவதால் அடிக்கடி புதிய கரிக் குச்சிகளை மாற்ற வேண்டும். ஒரு ராத்தல் அலுமினியம் தயாரிக்க 3-4 ராத்தல் கச்சா பாக்சைட்டும் $\frac{3}{4}$ ராத்தல் கரியும், 12 கிலோ வாட் மணி மின்சாரமும் தேவைப்படுகிறது. மின்சாரத்தை மிக அதிகம் செலவழிக்கும் தொழில்களில் அலுமினியம் தயாரிக்கும் தொழிலும் ஒன்றாகும் எனவே, மின்சாரம் அதிகமாக உற்பத்தி செய்யப்படும் இடங்களுக்கு அருகிலேயே அலுமினியத் தொழிற்சாலைகள் நிறுவப்படுகின்றன. இந்த அடுப்பும் 2-5 ஆண்டுகளுக்கு உழைக்கிறது. பின்னர் உள்ளே கரி புதிதாகப் பூசப்பட வேண்டும்.

அலுமினியம் லேசான, மிருதுவான, வெண்மையான உலோகமாகும். இது உஷ்ணத்தையும், மின்சாரத்தையும் நன்கு கடத்துகிறது. இதனுல்தான் சமையலுக்கான பாத்திரங்கள் செய்வதற்கும், மின்சாரத் தந்திக் கம்பி வடம் செய்வதற்கும் அலுமினியம் அதிகமாக உபயோகிக்கப் படுகிறது. இது கம்பியாக நீளும் தன்மை பெற்றது. இதைத் தகடாகவும் அடிக்கலாம். எனவே, இதைத் தகடுகளாகவும், குழாய்களாகவும், கம்பிகளாகவும் எளிதில் ஆக்கலாம். இதர உலோகங்களுடன் கலக்கும் போது அலுமினியம் கடினத் தன்மை பெறுகிறது. எல்லா விதமான உலோக வேலைகளுக்கும் இது பயன் படுகிறது. எப்படி வேண்டுமாளுலும் இதை அடித்து, நீட்டி, வளைத்து வேலை செய்யலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள செப்புக் கம்பி எவ்வளவு மின்சாரத்தைக் கடத்துகிறதோ அதில் 65%ஐ அதே அளவுள்ள அலுமினியக் கம்பி கடத்துகிறது. இருப்பினும் இது செம்பைவிட லேசானதால் அதைக் காட்டிலும் நல்ல மின் கடத்தியாகிறது. மேலும், செம்பு அதிக விலையுள்ளதாக இருப்பதால் அதிக சக்தி கொண்ட மின் சாரத்தைக் கடத்தும் கம்பி வடங்கள் செய்ய அலுமினியமே தற்போது செப்புக் கம்பி வடங்களுக்கு பதிலாக உபயோகிக்கப் படுகிறது. அலுமினியக் கம்பி வடங்கள் குறைந்த இழுவலிமை கொண்டதாக இருப்பது ஒரு குறையாகும். எனினும், கம்பி வடங்களுக்கு நடுவே இரும்புக் கம்பிகளை அமைத்து இவைகளை நல்ல வலிமை கொண்டதாகச் செய்து விடுகிருர்கள்.

அலுமினியத்தின் மெல்லிய தாள்கள் (foils) மலிவாகக் கிடைப்பதால் பொருள்களை விற்பனைக்காகக் கட்டும் தொழிலில் (packing) மற்ற உலோகங்களை உபயோகிக்கா வண்ணம் செய்து விட்டது. வெண்ணெய், பாலடைக் கட்டி, குளிரவைக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்

கள் ஆகியவை அலுமினியத்தின் மெல்லிய தாள்களால் கட்டப்படுகின்றன. நீராவி, வாசனை முதலியன இம் மெல்லிய தாள்களை ஊடுருவிச் செல்ல முடியாதாகையால் மருந்துகள் தயாரிக்கும் தொழிலிலும் இது வெகுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. நன்கு மெருகேற்றப்பட்ட அலுமினியம் தன் மீது விழும் ஒளியின் உஷ்ணத்தில் 95% ஐப் பிரதிபலிக்கிறது. எனவே, இது வீடுகளையும், கட்டடங்களையும், தானியக் களஞ்சியங்களையும், மருந்துகள் வைக்கும் குளிர் பாதுகாப்புப் பெட்டிகளையும் உஷ்ணத்திலிருந்து காப்பதற்காகக் காப்புப் பொருளாகப் (insulator) பயன் படுத்தப் படுகிறது. மெல்லிய அலுமினியத் தாள்களைக் கொண்ட கூரைகளையுடைய கட்டடங்கள் கோடையில் குளிர்ச்சி பொருந்தியதாகவும், குளிர் காலத்தில் வெது வெதுப்பாகவும் விளங்குகின்றன. மேலும், பெட்ரோலைச் சேமிப்பதற்கான சேமிப்புக் கலங்கள் (tanks), பால் பாத்திரங்கள் போன்றவை மீது அலுமினியம் பூசப்படுவதால் உள்ளே இருக்கும் திரவம் சூடாகாமல் காப்பாற்றப்படுகிறது.

ஒளியைப் பிரதிபலிப்பதற்கு உயர்தரமான அலுமினியம் சிறந்த பொருளாகும். சிலவகைகளில் வெள்ளியைவிட இது சிறந்தது என்று கூறலாம். அலுமினியம் ஊதா நிறத்திற்கு அப்பாற்பட்ட கதிர்களையும் பிரதிபலிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. எனவே, இது விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கான தொலை நோக்கிக் கண்ணாடிகளில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. மோட்டார்கார்களின் தலை விளக்குகளில் (head lights) பிரதி பலிக்கும் தகடுகளாகவும் இது உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

சுத்தமான அலுமினிய உலோகத்தைக் காட்டிலும் இதன் கலப்பு உலோகங்கள் பலவகையான உபயோகங்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. 30க்கும் அதிகமான

அலுமினியக் கலப்பு உலோகங்கள் இருக்கின்றன. இவை காமிராக்கள், சமையல் பாத்திரங்கள், விமானங்கள், ரயில் பெட்டிகள், மோட்டார் வாகனங்கள், 'பிஸ்டன்கள்' (pistons), அதை இணைக்கும் தண்டுகள் போன்ற பல வகையான பொருள்கள் செய்யப் பயன் படுகின்றன. இக்கலப்பு உலோகங்கள் வலிமை பொருந்தியனவாயும், லேசானதாயும், உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் சக்தி கொண்டவையாயும் இருப்பதே இதன் பல்வகை உபயோகங்களுக்கும் காரணம் செம்பு, துத்தநாகம், மக்னீஷியம், சிலிகோன், மாங்கனீஸ், குரோமியம் ஆகிய உலோகங்களுடன் அலுமினியம் நன்ருகக் கலக்கிறது. 'அலுமினிய வெண்கலம்' என்பது 5–12% அலுமினியம் கொண்ட செப்புக் கலவையாகும். இது பார்ப்பதற்குத் தங்கத்தைப்போல் இருக்கும். விளம்பரப் பலகைகளின் எழுத்துக்களை எழுதுவதற்கும், பொன்முலாம் போன்ற தோற்றம் அளிக்கும் பெயிண்டுகள் தயாரிப்பதற்கும் இது பயன்படுகிறது. வெண்கலத்தைக் காட்டிலும் உலோக அரிப்பை இது அதிகம் எதிர்த்து நிற்கிறது. நிக்கல், கொபால்ட், இரும்பு இவைகளுடன் அலுமினியத்தைக் கலந்து தயாரிக்கும் உலோகத்திற்கு 'அல்நிகோ' (Alnico) என்று பெயர். இது ரேடியோ ஒலி பெருக்கிகளில் உள்ள மின்காந்தங்கள், டெலிவிஷன் பெட்டிகளுக்கான காந்தங்கள் ஆகியவை செய்யப் பயன்படுகிறது. சமையல் வேலைகளுக்கான பாத்திரங்கள் 98.75% கமர்ஷியல் அலுமினியம், 1.25% மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றின் கலப்பிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன.

இன்னும் பல உலோகக் கலவைகள் லேசானதாகவும் அதே சமயம் அதிக வலிமை கொண்டவையாயும் விளங்குகின்றன. இத் தன்மையால் இக் கலவைகள் தரை, கடல், ஆகாயம் ஆகிய மூன்று இடங்களிலும் போக்கு

வரவுக்குப் பயன்படும் வாகனங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அலுமினியத்துடன் 1% மக்னீஷியம், 0.7% சிலிகோன் ஆகியவற்றைக் கலந்து தயாரிக்கும் கலப்பு உலோகம் நல்ல வலிமையும் உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் சக்தி கொண்டதாகவும் இருக்கிறது. இக் காரணங்களால் இவ்வுலோகம் மோட்டார் வாகனங்களின் அமைப்புச் சட்டங்கள் (Chassis), மீன் பிடிக்கும் கப்பல்களின் மேற்கட்டுமானம், சாமான் ஏற்றிச் செல்லும் கப்பல்கள், போர்க் கப்பல்கள் ஆகியவை கட்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது. இக் கப்பல்கள் அதிக அளவு சாமான்களை ஏற்றிச் செல்வதுடன், கொந்தளிக்கும் கடல்களிலும் உலோக அரிப்பை எதிர்த்து உலவி வருகின்றன. இது மிகவும் லேசான உலோகமாதலால் ஆகாய விமானங்களில் $\frac{1}{3}$ பாகத்திற்குமேல் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. விமானங்களின் இறக்கைகளையும், உடல் பகுதிகளையும் மூடுவதற்கு அலுமினியத் தகடுகள் உபயோகமாகின்றன. அலுமினியம் இல்லாவிடில் ஜெட் விமானங்கள் இவ்வளவு வேகமாகச் செல்லும் ஆற்றல் கொண்டவையாக விளங்க முடியாது. கான்பரா (Canberra), வாம்பயர் (Vampire), காமட் (Comet), போயிங் ஆகிய விமானங்களின் உடற்கட்டுமான எடையில் $\frac{3}{4}$ பாகத்திற்குமேல் அலுமினியத்தால் ஆனது.

அலுமினியக் கலப்பு உலோகம் தயாரிக்கும் முறையிலிருந்து உலோகங்களைக் கடினப்படுத்தும் ஒரு சிறப்பு முறை எதிர்பாரா வகையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம் முறை 'ஏஜ் ஹார்டனிங்' (age hardening) எனப்படுகிறது. விமானங்களுக்கான தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதற்காக டாக்டர் ஆல்பிரட் வில்ம் (Dr Alfre Wilm) என்னும் ஜெர்மனிய உலோக ஆராய்ச்சியாளர் 3.5% செம்பு, 0.5% மக்னீஷியம் ஆகியவற்றை அலுமினியத்துடன்

கலந்து ஓர் கலப்பு உலோகம் தயாரித்தார். இக்கலப்பு உலோகம் ஒரு வெள்ளிக்கிழமையன்று தயாரிக்கப் பட்டது. இது பலமுறை சூடாக்கப்பட்டு, தண்ணீரில் நனைக்கப்பட்டு, இதன் பொறித்துறை சார்ந்த (mechanical) வலிமையையும், கடினத் தன்மையையும் அறியப் பல சோதனைகள் செய்து பார்க்கப்பட்டன. இந்த உலோகம் தயாரிக்கப்பட்ட தினம் இது திருப்தி அளிக்கும் தன்மை கள் கொண்டதாக இருக்கவில்லை. அந்த வாரம் முடிந் ததும் திங்கட்கிழமையன்று ஆல்பிரட் திரும்ப வந்ததும் தற்செயலாக இவ்வுலோகத்தைச் சோதனை செய்து பார்த் தார். அன்று அந்த உலோகம் முன்னைக் காட்டிலும் அதிக வலிமையும், அதிகக் கடினத் தன்மையும் கொண்ட தாக விளங்கியதைக் கண்டு அவர் ஆச்சரியமடைந்தார். இதன் அடிப்படையில் இவர் பல உலோகக் கலவைகள் தயாரித்து, குறிப்பிட்ட வெவ்வேறு நேரங்களுக்கு அவற்றைச் சூடாக்கி, குளிரவைத்து, வெவ்வேறு நேரங் களுக்கு அவற்றை விட்டுவைத்தார். இம் முறை மூலம் 4-5 நாட்களில் உலோகத்தின் வலிமையும், கடினத் தன்மையும் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக அதிகமாவதை அறிந் தார். இதுதான் 'ஏஜ் ஹார்டனிங்' எனப்பட்டது. ஆல்பிரட் இதைத் தயாரிக்கும் முறைகளை 'ட்யூரன்' (Duren) என்னுமிடத்தில் இருந்த 'ட்யூரெனர் மெட்டல் வொர்க்ஸ்' (Durener Metal Works) என்னும் தொழிற் சாலைக்கு விற்ருர். எனவே, இக்கலப்பு உலோகத்திற்கு 'ட்யூராலுமின்' (Duralumin) என்று பெயரிடப்பட்டது. ஜெர்மனியில் செய்யப்பட்ட 'ஜெப்பலின்' (Zeppelin) என்னும் குறித்த திசையில் செல்லும் வான ஊர்தியில்தான் இவ்வுலோகம் முதன் முதலில் உபயோகிக்கப்பட்டது. பின்னர் எல்லாவிதமான விமானங்களிலும் இது பயன் படுத்தப்பட்டது. எனினும், இப் பெரும் கண்டுபிடிப்பினு லும், விமானத் தொழில் துறைக்கான அலுமினியத்

தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய இயலவில்லை. ஏனெனில், உப்புக் காற்று மிகுந்த காற்று மண்டலத்தில் சென்றால் உலோகம் எளிதில் அரிக்கப்பட்டது. இதைத் தடுப்பதற்கும் புதிய வழி ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது 'போர்த்துதல்' (Cladding) என்று அழைக்கப்பட்டது. சுத்தமான அலுமினியத்தின் மெல்லிய தகடை 'ட்யூராலுமின்' தகட்டின் இரு பக்கங்களிலும் ஒட்ட வைத்தனர். 'ட்யூராலுமின்' தகட்டுக்குப் பாதுகாப்பான போர்வை போர்த்தது போலாயிற்று. இப் போர்வை கொண்ட ட்யூராலுமின் தகட்டின்மீது 5 ஆண்டுகளுக்கு இடைவிடாமல் உப்புத் தண்ணீரைத் தெளித்து வந்த போதும் அது எவ்விதமான குறைபாடும் அடையவில்லை. இப்போர்வை அதற்கு அவ்வளவு பாதுகாப்பை அளித்தது. இந்தப் போர்வை உலோகம் இப்போது 'அல்க்ளாடு' (Alclad) என அழைக்கப்படுகிறது. இம் முறைதான் அலுமினியத்தைப் 'போர்த்துதல்' எனக் குறிப்பிடப்பட்டது.

தொழில் நுட்ப அறிவின் வளர்ச்சி அலுமினியத்துக்குப் புதிய புதிய உபயோகங்களைக் கண்டுபிடித்துத் தந்துகொண்டே இருக்கிறது. இவ்வாறு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புதிய முறைகளில் ஒன்று 'அனொடைசிங்' (Anodizing) எனப்படுகிறது. சமீப காலத்தில் போலித் தங்க நகை, உதட்டுச் சாயங்களின் டப்பிகள், சிகரெட் வைக்கும் டப்பிகள், டிபன் சம்படங்கள், டார்ச் விளக்கு போன்ற ஏராளமான பொருள்களுக்கு இம் முறை மூலம் ஒப்பனை கொடுக்கப்படுகிறது. 99.9% சுத்தமான அலுமினியத்துடன் 1.25% மக்னீஷியம் அதை கெட்டிப்படுத்துவதற்காகச் சேர்க்கப்படுகிறது. இந்த உலோகத்தை நமக்குத் தேவையான பொருள்கள் செய்வதற்கேற்ற உருக்கொள்ளுமாறு செய்யலாம். இதைக் கொண்டு

செய்யப்படும் பொருள்கள் மின்சார முலாம்பூசும் முறையில் செய்வதுபோல் ஒரு பாத்திரத்தில் தொங்கவிடப்படுகின்றன. பாத்திரத்தினுள் குரோமிக் அமில அல்லது கந்தகாமிலக் கரைசல் நிரப்பப்படுகிறது. இதில் மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது கரைசலில் உள்ள பிராணவாயுவை இது விடுவிக்கிறது. பிராணவாயு உடனே தொங்கவிடப்பட்ட அலுமினியப் பொருள்களுடன் சேர்ந்து உறுதியான அலுமினியம் ஆக்சைடாக மாறிப் பொருள்களின்மீது ஏடாகப் படிகிறது. இந்த ஏடு 'அனேடிக்' (anodic) ஏடு என்றும், இம் முறை 'அனைடைசிங்' என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. பொருள்களின்மீது அலுமினியம் தனது ஆக்சைடையே ஏடாகப் படியச் செய்கிறது. இதன்மூலம் இத்தகைய பொருள்கள் உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் சக்தியைப் பெறுகின்றன. பாத்திரத்தில் உபயோகிக்கப்படும் அமிலக் கரைசலின் வீர்யத்திற்குத் தக்கவாறு பொருள்களின்மீது படியும் ஏட்டின் கனமும் அமைகிறது. இவ்வாறு படியும் ஏடு சாயங்களை கிரகித்துக்கொள்ளும் தன்மை பெற்றவையாய் விளங்குகிறது எனவே, இந்த ஏடு படிந்த பொருள்களுக்கு எத்தகைய நிறம் வேண்டுமானாலும் கொடுக்கலாம். இந்த நிறம் கண்ணைக் கவர்வதாகவும், நீண்ட நாள் அழியாததாகவும் இருக்கிறது. மஞ்சள் சாயத்தைக் கொண்டு சாயம் ஊட்டினால் பொருள்கள் போலித் தங்கம் போன்று தோற்றமளிக்கின்றன. இப் பொருள்களின மேற்பரப்பு கடினமானதாகவும் கறைபிடிக்காததாகவும், விளங்குகின்றன.

அலுமினியத் தொழிலின் தந்தையான மார்ட்டின் ஹால் 1890-ம் ஆண்டில் பின்வருமாறு கூறினர். "ஒரு ராத்தல் அலுமினியம் 2 டாலர் என்று கூறியபோதும் எவரும் அதைப்பற்றிக் கவலைப்படவில்லை. அலுமினி

யத்தை உபயோகிப்பவர்கள் எவரும் 1,000 ராத்தல் உலோகத்தைக்கூட விரும்பவில்லை." மற்ெருரு விஞ்ஞானியான ஹெரூல்ட்டின் கண்டுபிடிப்புக்கும் இதே வரவேற்புத்தான் இருந்தது. இவர் அலுமினியத்தைக் கண்டுபிடித்த பின் ஒரு பிரபல விஞ்ஞானி பின்வருமாறு கூறினர். "அலுமினியம் அதிக அளவு விலை போகாத ஒரு உலோகமாகும். அதைக் கிலோ 10 பிராங்க்குகள் அல்லது 100 பிராங்க்குகள் என்று விற்ருல்கூட மேற்கொண்டு ஒரு கிலோகூட நீங்கள் விற்க முடியாது." இத்தனை எதிர்ப்புகள் இருந்தபோதிலும் அவர்கள் தங்கள் ஆராய்ச்சியில் ஊக்கம் குறையாது ஈடுபட்டனர். அதன் மூலம் மலிவான விலையில், அதிக அளவு உலோகத்தை, எளிதில் அனைவருக்கும் கிடைக்குமாறு செய்து மனித குலத்திற்கே மாபெரும் சேவை செய்துள்ளனர். இவர்கள் எண்ணங்கள் வீண்போகவில்லை என்பதை நவீன உலோகத் தொழில் இன்று நிரூபித்து வருகிறது இவர்களது விடாப்பிடியான ஆர்வத்திற்கும், தீர்க்க தரிசனத்திற்கும் என இவர்களுக்கு நம் நன்றியைத் தெரிவிப்போமாக.

மக்னீஷியம்

மக்னீஷியத்திலிருந்து வெளிவரும் கண்ணைப் பறிக்கும் ஒளியே இந்த உலோகத்திற்கு ஓர் சிறந்த விளம்பரம் ஆகும். தீபாவளி போன்ற பண்டிகை நாட்களில் மக்னீஷியக் கம்பிகளைக் கொளுத்தி மகிழாத சிறுவர் இல்லை. வெளிச்சம் போதாத இடங்களில் போட்டோ எடுக்கும்போது 'பிளாஷ் காமிராக்களை' (Flash Camera) உபயோகிப்பதை அனைவரும் அறிவர். அந்தக் காமிராவில் இருக்கும் பல்பிலிருந்து கண்ணைப் பறிக்கும் நீல நிற வெளிச்சம் முன்னே உள்ள பொருள்களின்மேல் விழுவதையும் நாம் பார்த்திருக்கிறோம். இந்த ஒளி பல்பிலுள்ள மக்னீஷியக் கம்பிகள் எரிவதாலேயே உண்டா

கிறது. இது மிகவும் லேசான உலோகம் அலுமினியத்தைவிடக்கூட இது லேசானது. மற்றெல்லா உலோகங்களேயும்விடச் சுற்றுப்புறச் சீதோஷ்ணத்தில் இது தான் மிகவும் லேசாக இருக்கிறது. சண்டைக் காலத்திலும், சமாதானக் காலத்திலும், கடலிலும், வானிலும் பயன்படும் வாகனங்களின் உடற் கட்டுமானத்திற்கும், மற்றும் பல வேலேகளுக்கும் அலுமினியமும், மக்னீஷியமும் இன்றியமையாதனவாகும்.

உலகில் மிக அதிகமாகக் கிடைக்கும் உலோகங்களில் மக்னீஷியம் நாலாவது இடத்தைப் பெறுகிறது. இது கடலிலும், பூமியிலும் கிடைக்கிறது. ஆனால், இது தனியாக அகப்படுவதில்லே. மற்ற பொருள்களுடன் சேர்ந்தே கிடைக்கிறது. ஒரு கன மைல் கடல் தண்ணீரில் 6 மிலியன் டன் மக்னீஷியம் இருக்கிறது. எனவே, நமது கடல்களிலிருந்தே நமக்குத் தேவையான அளவு மக்னீஷியத்தை நாம் தயாரிக்கலாம். சுரங்கம் தோண்டித்தான் இதை எடுக்கவேண்டும் என்பதில்லே.

அலுமினியத்தைத் தனியாகப் பிரித்தெடுப்பதற்கு முன்பே, 1808-ம் ஆண்டிலேயே சுத்தமான மக்னீஷியம் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. ஆனால், அதிக அளவில் இதைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான தொழில் நுட்பமுறை சென்ற 50 ஆண்டுகளில்தான் அபிவிருத்தி செய்யப்பட்டது. பிராணவாயுவுடன் மிக வேகமாக இது சேருகிறது. இதனல் ஏற்படும் ஒளி கண்ணேப் பறிக்கும். ஆனல், இதே தன்மை மக்னீஷியத் தொழில் வளர்ச்சிக்குப் பெருத்த இடையூருக விளங்கியது. இதன் லேசான தன்மையும் இத் தொழில் வளர்ச்சிக்கு மற்ருெரு இடையூருக நின்றது. விமானத் தொழில் தொடங்கியபின் தான் இதன் லேசான தன்மை ஒரு பெரிய அனுகூலமாக மாறியது. எனவே, மக்னீஷியத்தை விண்வெளிப்

பயணத்தின் குழந்தை எனக் கூறலாம். மக்னீஷிய உற்பத்தியும், விமானம் கட்டும் தொழிலும் தோளோடு தோளாக முன்னேறியுள்ளன. தொழில் துறையில் மின் பகுப்பு முறை புகுத்தப்பட்டதால் இது போன்ற உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையில் இருந்த பல இடையூறுகள் தவிர்க்கப்பட்டன.

மின்பகுப்பு முறைமூலம் எங்ஙனம் சார்லஸ் மார்ட்டின் ஹால் என்ற அமெரிக்கர் அலுமினியத்தைப் பிரித்தெடுத்தாரோ அதேபோல் மற்றொரு அமெரிக்கரான 'டாக்டர் ஹெர்பெர்ட் ஹென்றி டௌ' (Dr. Herbert Henri Dow) என்பவர் கடல் தண்ணீரிலிருந்தும், பிற உப்புத் தண்ணீரிலிருந்தும் மக்னீஷியத்தை மின்பகுப்பு முறைமூலம் அதிக அளவில் தயாரிப்பதற்கு வழி கோலினர். மக்னீஷிய உலோகத்தின் சரித்திரத்தில் அது ஒரு பொன்னுளாகும். ஏனெனில், கடல் தண்ணீரிலிருந்து அதிக அளவு வியாபாரத்திற்காகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட முதல் உலோகம் மக்னீஷியமே ஆகும்.

30 அடி ஆழத்திலிருந்து கடல் தண்ணீர் குழாய்களின் மூலம் இறைக்கப்படுகிறது. மழைத் தண்ணீரினுல் இந்த ஆழத்திற்குமேலே கடல் தண்ணீரில் உள்ள உப்புக்கள் நீர்த்து இருக்கும். ஆகையால் இவ்வாறு செய்யப்படுகிறது இத் தண்ணீர் பல சல்லடைகளின் மூலம் பாய்ச்சப்பட்டு, இதிலுள்ள மீன்கள், ஆய்ஸ்டர்கள் (Oyesters), இதரக் குப்பைகள் ஆகியவை அகற்றப்படுகின்றன. இத்தண்ணீர் பின்னர் 'ஃப்ளோக்குலேட்டர்களில்' (Flocculators) செலுத்தப்படுகிறது. இந்த 'ஃப்ளோக்குலேட்டர்களில்' சுண்ணும்புத் தண்ணீர் அல்லது கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு (Calcium Hydroxide) நிரப்பப்பட்டிருக்கும். சுண்ணும்புத் தண்ணீர் ஆய்ஸ்டர்களின் கிளிஞ்சல்களைச் சுட்டுத் தாளித்துத் தயாரிக்கப்

படுகிறது. இந்த ஆய்ஸ்டர்களும் கடலிலிருந்தே கிடைக்கின்றன என்பது இங்கு கவனிக்கத் தக்கது. கடல் தண்ணீரில் மக்னீஷியம், மெக்னீஷியக் குளோரைடு உருவத்தில் கரைந்துள்ளது. இது சுண்ணும்புடன் கிரியை புரிந்து மக்னீஷிய ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவைத் தரு கிறது. இந்த வீழ்படிவு மெதுவாகப் படிய வைக்கப்பட்டு, வடிகட்டப்படுகிறது வடிகட்டிகளில் படியும் ஏடுகள் காற்றின் உதவியால் அப்புறப்படுத்தப்பட்டு கன்வேயர் பெல்டுகளின் (conveyer belts) மூலம் கார வலிமையை முறிக்கும் (neutralising) யூனிட்டுகளுக்குப் போய்ச் சேரு கிறது. இந்த யூனிட்டுகளில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் இருக்கிறது. இது ஹைட்ராக்சைடை மறுபடி குளோரைடாக மாற்றுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் மாங்கனீஸ் குளோரைடு மின்பகுப்பு முறையில் பிரிப்பதற் கேற்ற அளவு சுத்தமாக இருக்கிறது. எனவே, இது மின் பகுப்பு நடைபெறும் பாத்திரத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது.

இப் பாத்திரங்கள் எஃகினல் ஆனவை நீண்ட சதுரமானவை. 11 அடி நீளம், 5 அடி அகலம், 6 அடி ஆழம் உள்ளவை. இதில் உள்ள மெக்னீஷியம் குளோ ரைடுடன் கொஞ்சம் பொட்டாசியம் குளோரைடு அல்லது சோடியம் குளோரைடு கலக்கப்படுகிறது மின்சாரம் துரிதமாகப் பாய்வதை ஊக்குவதற்காகவே இவை கலக்கப்படுகின்றன. இத்துடன் கொஞ்சம் கால்சியம் குளோரைடும் கலக்கப்படுகிறது. இதன்மூலம் இந்தத் திரவம் கெட்டியாகிச் சுத்தமான மக்னீஷியத்தை மேலே மிதக்கச் செய்கிறது. இத் திரவத்தில் 10 டன் உருக்கப் பட்ட உப்புக்கள் உள்ளன. இவை 30,000 முதல் 70,000 ஆம்பயர்வரை மின்சாரத்தை எடுத்துச் செல்லும். இத் தகைய பாத்திரம் ஒவ்வொன்றிலும் நாளொன்றுக்கு 1,100 ராத்தல் மக்னீஷியம் தயாரிக்கப்படுகிறது. உற்பத்தி

யாகும் ஒவ்வொரு ராத்தல் உலோகத்துக்கும் 8 கிலோ வாட் மணி நேர மின்சாரம தேவைப்படுகிறது. இப் பாத்திரம் 700 முதல் 725° செ.கி. வரை வெளியிலிருந்து சூடாக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் பாத்திரத்திலுள்ள திரவத்தை உஷ்ணப்படுத்த மின்சாரம் குறைவாகவே தேவைப்படுகிறது. மக்னீஷியம் குளோரைடு பாத்திரத்தில் மெதுவாகவும், ஒரே சீரான அளவிலும், தொடர்ச்சியாகவும் சேர்க்கப்படுகிறது. இப் பாத்திரத்தின் அடியில் எதிர்மாருன குழிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பிரிந்து வரும் உலோகம் இக்குழிகளில் தங்குகிறது. இவ்வாறு தங்கும் உலோகத்தை ஒரு நாளில் 2, 3 தடவை அப்புறப் படுத்துவார்கள்.

இந்த முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட மக்னீஷியம் 99·9% சுத்தமாகவே இருக்கிறது. இதை மேலும் சுத்தப் படுத்தத் தேவையில்லை. மின்பகுப்பு முறையினுலேயே இது சாத்தியமாகிறது. இம் முறையில் சுத்தமான உலோகம் கிடைப்பதற்கான காரணங்கள் வருமாறு: 1. பாத்திரத்தில் கரைந்துள்ள மற்ற உப்புக்களைக் காட்டிலும் மக்னீஷியம் லேசாக இருப்பதால் அது பாத்திரத்தின் மேலே மிதக்கிறது. 2. இவ்வாறு இது மிதப்பதால் இதன் மேற்புறத்தில் உருகிய திரவம் ஒரு லேசான ஏடாகப் படிகிறது. இது மக்னீஷியத்தை ஆக்சைடாக மாறிவிடாமல் தடுக்கிறது. 3. பாத்திரத்தில் மக்னீஷியம் பட்டபோதிலும் பாத்திரம் இதன் தன்மைகளைப் பாதிப்பது இல்லை. 4. பாத்திரத்திலுள்ள திரவம் உலோகத்தைக் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தும் ஆற்றல் உடையதாக இருக்கிறது.

கடல் தண்ணீரிலிருந்து இவ்வளவு சுலபமாக அதிக அளவில், சுத்தமான உலோகத்தைத் தயாரிக்க முடிவது இந்த உலோகத்தின் சிறப்பான எதிர்காலத்தையே

சுட்டிக் காட்டுகிறது. ஆகாயவிமானம் கட்டும் தொழில் துறை இன்று மக்னீஷியத்தின் கலப்பு உலோகத்தையே நம்பி இருக்கிறது. ஒரு B-36 சூப்பர் பாம்பர் விமானத்தில் அதன் உடற்பகுதியை மூடுவதற்கு 5 டன் மக்னீஷியமும், என்ஜின், சக்கரங்கள் போன்ற சில பகுதிகளைச் செய் வதற்கு 4·5 டன் மக்னீஷியமும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. சாதாரணமாகப் போக்குவரவிற்கு உபயோகமாகும் விமானங்களில் 'கிராங்க் கேஸெஸ்' (crank cases), ஆயில் பேன்ஸ் (oil pans), பிஸ்டன்கள், 'கன்ட்ரோல் புல்லீஸ்' (control pulleys), காஸ்லைன் பிட்டிங்குகள் (gas line fittings), மின்சாரக் கம்பிகள் போகும் குழாய்கள், 'ஏர் டக்டுகள்' (air ducts), பேரிங்குகள், சில கருவிகளின் பாகங்கள், கன்ட்ரோல் லீவர்கள் (control levers), கீல்கள், படிகள், புரபல்லர்கள் 'டிஃப்யூஸ் பிளேட்டுகள்' (diffuse-plates), 'சூப்பர் சார்ஜ் கேஸ்டிங்குகள்' (super charge-castings), இம்பெல்லர்கள் (impellers), சக்கரங்கள், பெடல்கள், காக்பிட் பிட்டிங்குகள் (cockpit fittings), கதவுச் சட்டங்கள் ஆகியவை மக்னீஷியக் கலப்பு உலோகத்தினலேயே செய்யப்படுகின்றன. இயந்திரங் களுக்கான சாமான்கள் செய்வதற்குத் தேவையான எல்லாத் தன்மைகளும் மக்னீஷியத்திற்கு உண்டு. இதை மணலில் வார்க்கலாம். நிரந்தரமான அச்சுக்களில் வார்க் கலாம். படிவ அச்சுக்களில் வார்க்கலாம். தகடுகளாக அடிக்கலாம். காய்ச்சி அடிக்கலாம். தேவையான உருவுக்கு வளைக்கலாம். இதன் வலிமைக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதத்தின் காரணமாகக் கட்டடப் பொருள் களுக்கு மக்னீஷியக் கலப்பு உலோகங்களே விரும்பப் படுகின்றன. காமிராக்கள், வெளியே கொண்டு செல்லத் தக்க தொலைநோக்கிக் கண்ணாடிகள் (field glasses), துணி நெசவு இயந்திரங்களுக்கு வேண்டிய 'ஷட்டர்கள்' (shutters), 'பாப்பின்' (bobbins), 'டைப்ரைட்டிங்'

இயந்திரங்கள், ஆபீஸ் உபயோகத்துக்கான இதர மிஷின்கள், 'வாக்கூம் க்ளீனர்' (vacuum cleaners) ஆகியவையும் மெக்னீஷியக் கலப்பு உலோகத்தாலேயே செய்யப்படுகின்றன. 'கோல்ப்' (golf) என்னும் விளையாட்டிற்கான குச்சியின் தலை, செயற்கைக் கை கால்கள் (artificial limbs) ஆகியவையும் இதைக்கொண்டே செய்யப்படுகின்றன.

மின்சார பல்புகள் தயாரிக்கும் தொழிலுக்கும் 'ரேடியோ ட்யூப்' (radio tube) தொழிலுக்கும் இது மிகவும் உபயோகமான உலோகமாகும். இது இங்கு சுத்தப்படுத்தும் உலோகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. மோட்டார்களுக்குத் தேவையான 'பிஸ்டன்கள்' செய்வதற்கு அலுமினியக் கலப்பு உலோகத்தைக் காட்டிலும் மெக்னீஷியக் கலப்பு உலோகம் விரும்பப்படுகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டிலும், அமெரிக்காவில், மோட்டார் துறையில் சுமார் 1,000 டன் மக்னீஷியக் கலவை உலோகம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மக்னீஷியத்துடன் அலுமினியமும், துத்தநாகமும், மாங்கனீசும் கலக்கப்படுகின்றன. அலுமினியமும், துத்தநாகமும் இதன் பொறியியல் தன்மைகளை அதிகரிக்கிறது. மாங்கனீஸ் இதன் உலோக அரிப்பு எதிர்ப்புத் தன்மையை அதிகமாக்குகிறது. சமீப காலத்தில் ஜிர்—கோனியம் (Zirconium) என்ற உலோகமும் இத்துடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் கிடைக்கும் கலப்பு உலோகம் அதிகமான உஷ்ணத்திலும் வலிமை கொண்டதாக விளங்குகிறது. இதைக் கம்பிகளாக நீட்ட முடிகிறது. இந்தக் கலவை நெகிழ்ந்து கொடுப்பதில்லை. ஜெட் விமானங்கள் தயாரிப்பதற்கு இத் தன்மைகள் வேண்டுமாதலால் மக்னீஷிய-ஜிர்கோனியக் கலவை இத் துறையில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மக்னீஷி

யத்துடன் 0·7% ஜிர்கோனியம்தான் சேர்க்கப்படுகிறது. எனினும், இதன் வலிமைக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதம் ஆச்சரியப்படும் அளவுக்கு அதிகமாகிறது. மக்னீஷியம்–ஜிர்கோனியக் கலவைகளில் ஒன்று, மற்றெந்த கட்டட வார்ப்புப் பொருளைக் காட்டிலும் அதிக வலிமை எடை விகிதம் கொண்டதாக விளங்குகிறது. இதன் அடர்த்தி 1·8 ஆக இருந்தபோதிலும், ஒரு சதுர அங்குலத்திற்குச் சுமார் 17 டன்கள் வீதம் இந்த விகிதம் அமைகிறது.

மக்னீஷியத்தை மிக எளிதில் வெட்டலாம், அராவலாம், துளையிடலாம், எந்த உருவத்திற்கு வேண்டுமானாலும் வளைக்கலாம். இவை இந்த உலோகத்தை உபயோகிப்பதற்கான பெருத்த அனுகூலங்களாக விளங்குகின்றன. இதே குணங்கள் நம்மை விழிப்புடனும் இருக்கச் செய்கின்றன. ஏனெனில், இது எளிதில் தீப்பிடிக்கக் கூடியது. முக்கியமாக வார்க்கும்போதும், காய்ச்சி அடிக்கும்போதும் தீ விபத்து ஏற்படலாம். ஆதலால் மிகவும் விழிப்புடன் இருக்கவேண்டியது அவசியமாகிறது. உருகிய நிலையில் உள்ள மக்னீஷியம் எளிதில் தீப்பிடித்துக் கொள்ளும். வெட்டுக் கருவிகளின் மிக அதிகமான வேகம் தீப்பிடிப்பதற்கு ஒரு காரணமாகிறது. ஒரு நிமிடத்திற்குச் சுமார் 700 அடி வேகத்திற்கும் குறைவாக இருந்தால் இடையூறு ஏதும் ஏற்படுவதில்லை. வேலைக்கு உட்படுத்தப்படும் பொருள்கள் கடினமான மேற்புறத்தைக் கொண்டிருந்தாலும், அதில் ஆக்சைடுகள், இரும்பு போன்ற அழுக்குகள் இருந்தாலும், கருவிகள் வேகமாகச் சுழலும்போது ஏற்படும் நெருப்புப் பொறிகள் தீ விபத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, பிசுபிசுப்புக் குறைவான உலோக எண்ணெய்களைப் போதுமான அளவு இவ்வேலை நடக்கும்போது உபயோகிக்க வேண்டும். மெக்னீஷியத்தை ராவும்போது உண்டாகும்

தூள் எளிதில் தீப்பிடித்துக் கொள்ளும். எனவே, இந்தத் தூள்களைச் சேகரிப்பதற்கு ஒரு சாதனம் நிறுவுவதன் மூலம் தீ விபத்தைத் தடுக்கலாம். இவ்வாறு சேகரிக்கப் படும் தூள்கள் வேலை நடக்கும் இடத்திலிருந்து உடனே அப்புறப்படுத்தபட வேண்டும். இல்லாவிடில் வெடி விபத்து நேரிடலாம். மக்னீஷியத் தூள்களைக் கையாளும் போது மிருகக் கொழுப்பு எண்ணெய்கள் அல்லது தாவர எண்ணெய்களை உபயோகிக்கக் கூடாது. அவை எளிதில் சூடாகி. உலோகம் முழுதும் எரியத் தொடங்கிவிடும். மக்னீஷியத்தின் சிறு துண்டுகளையும், தூள்களையும் கவனமாக அப்புறப்படுத்த வேண்டும். இவற்றை இரும்புத் தகடுகளின்மேல் லேசாகப் பரப்பி, கவனமாக எரித்துவிட வேண்டும். இல்லாவிடில் இத்துடன் 5 பங்கு மணலைக் கலந்து புதைத்துவிட வேண்டும். மரத்தின் மேல் எரியும் மக்னீஷியத்தைப் போட்டால் அது அணைவதில்லை. மாருக மரத்தையும் பொசுக்கிப் பல வாயுக்களை உண்டாக்கும் இந்த வாயுக்கள் உலோகத்தை மேலும் தீவிரமாக எரியச் செய்யும். எனவே வேலை செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மேஜைகள் இரும்பினுல் மூடப் பட்டிருக்க வேண்டும். வீணுகும் துணுக்குகள், பொடி ஆகியவற்றைச் சேகரிக்கும் பாத்திரங்களும் இரும்பால் செய்யப்பட்டிருக்க வேண்டும். இந்த இடையூறுகள் இருப்பினும் இதன் உபயோகத்தை இவை பாதிக்கவில்லை. இடையூறுகளைத் தவிர்ப்பதற்கு வேண்டிய பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள்தான் மேலும் மேலும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. ஏனெனில், உலோகங்களிலேயே லேசான உலோகம் இதுதான். ஆகாய விமானங்கள் கட்டுவதற்கும், விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கு வேண்டிய ஸ்புட்னிக்குகள் (Sputnics) போன்ற சாதனங்கள் செய்வதற்கும் இது மிகவும் தேவைப்படுகிறது இங்ஙனமிருக்க இந்த இடையூறுகளை யார் பொருட்படுத்துவார்கள்?

செம்பு

உஷ்ணத்தையும் மின்சாரத்தையும் கடத்தும் உலோகம்.

சரித்திரம் தெரிந்த நாள் முதலாக மனிதனுக்கு மிகவும் உபயோகப்பட்டு வந்த உலோகம் செம்பு என்று கூறினல் அது மிகையாகாது. இதன் உபயோகம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பிறகு கற்காலம் மாறி உலோக காலம் பிறந்தது. மனித சரித்திரத்தில் நாகரிகத்தின் ஒவ்வொரு அங்கமும் செம்பின் கலப்பு உலோகங்களான வெண்கலம், பித்தளை இவற்றின் உபயோகத்தின் மூலம் பளிச்சிட்டது. சுத்தமான செம்பும், வெண்கலமும், பித்தளையும் பழங் காலத்தில் நகைகள், போர்க்கருவிகள், விக்ரகங்கள், உருவச் சிலைகள், வீட்டுப்புழக்கத்திற்கான பாத்திரங் கள், தொழிலுக்கான கருவிகள் ஆகியவை செய்யப் பயன் பட்டன. எங்கெங்கு வலிமையும், உறுதியும் தேவைப்பட்டனவோ அங்கு மரத்திற்கும் கல்லுக்கும் மேற்பட்டவன் நான் என்று செம்பு தன் உயர்தன்மை யைப் பறை சாற்றிற்று. இதன் மூலம் உலோகத்தை உபயோகிப்பது புழக்கத்திற்கு வந்தது. நூற்றுண்டுகள் செல்லச் செல்ல இரும்பும் எஃகும், செம்பு வகித்து வந்த உன்னத நிலையிலிருந்து அதைப் பின் தள்ளி, அந்த இடத்தைத் தாங்கள் பற்றிக் கொண்டன. செம்பு, அதன் கலப்பு உலோகங்களைக் காட்டிலும் இரும்பும், எஃகும் வலிமையும், உறுதியும் கொண்டிருந்ததே இதற்குக் காரணம். இருப்பினும் இவற்றிற்கு இல்லாத சில சிறப் புத் தன்மைகள் செம்பிடம் அடங்கிக் கிடந்ததைப் பலரும்

அறியவில்லை. இதை மக்கள் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்க வேண்டியிருந்தது.

மின்சாரத்தின் உபயோகம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட அன்றே செம்பு தான் இழந்த பெருமையை மீண்டும் பெறலாயிற்று. மின்சார உற்பத்தியும் விநியோகமும் செம்பைப் பெரிதும் நம்பியுள்ளன. எனவே, தற்காலத்தில் இரும்புக்கு அடுத்த முக்கிய உலோகம் செம்பு ஆகும். செம்பு தான் இழந்த மதிப்பை மறுபடிப் பெறக் காரணம் இது பூமியில் நிறையக் கிடைப்பதால். வெள்ளி ஒன்றுதான் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மையில் செம்பைக் காட்டிலும் சற்று உயர்ந்தது. ஆனால், வெள்ளியோ அதிக விலை கொண்டது. செம்போ விலை மலிவானது, வலுவுள்ளது. நிறையக் கிடைப்பது. பலவித உலோக அரிப்பையும் எதிர்த்து நிற்பதில் வல்லது. இதை மிக மிக மெல்லிய தகடுகளாகவும், கம்பிகளாகவும் ஆக்கலாம். $\frac{1}{500}$ அங்குலம் கனம் கொண்ட தகடுகளாக அடிக்க முடியும், $\frac{1}{1000}$ அங்குல விட்டம் கொண்ட கம்பியாக இதை நீட்ட முடியும். இதை அழுத்தினாலும், உருக்கி அழித்தாலும், முறுக்கினாலும், எந்த உருவத்திலும் இது உடைவதில்லை. இது பல கலப்பு உலோகங்களை அளிக்கிறது. அவற்றுள் சிறப்பானவை வெண்கலமும், பித்தளையும் ஆகும். எஃகுக்கு அடுத்ததாக மிகவும் உபயோகப் படுத்தப்படும் இரும்பு கலவாத உலோகங்களில் பித்தளை முதலிடம் பெறுகிறது.

செம்பு உலகின் பல பகுதிகளில் தனி உலோகமாகக் கிடைக்கிறது. ஆனால், உலகத்தின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்யும் அளவுக்குக் கிடைப்பதில்லை. அமெரிக்காவில் லேக் சுபீரியர்' (Lake Superior) மாவட்டத்திலும், வடக்கு மிச்சிகன் (Michigan) பகுதியிலும் சுத்தமான செம்பு கிடைக்கிறது. இங்கு கிடைக்கும் செம்புதான் அதிகச்

செலவில்லாமல் பூமியிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இது அங்கு கண் ணுக்குத் தெரியும் சிறு தானியமணி அளவி லிருந்து, பெரிய பெரிய கட்டிகளாகவும் காணப்படு கிறது. இத்தகைய கட்டிகள் 40 முதல் 100 டன் எடை உள்ளதாக விளங்குகின்றன.

செம்பு, ஆக்சைடுகளாகவும், சல்பைடுகளாகவும் பல இடங்களில் கிடைக்கிறது. இவற்றுள் 'மேலகைட்' (malachite) என்னும் செம்பு ஆக்சைடுதான் மிக அதிக மாகக் கிடைக்கிறது. இதில் 57·5% செம்பு அடங்கி யுள்ளது. 'சால்கோபைரைட்' (chalcopyrite) என்பது பூகோள ரீதியில் உலகெங்கும் பரவிக்கிடக்கும் மற்றெரு செம்புக் கனியாகும். உலகில் செம்பு எங்கெல்லாம் கிடைக்கிறதோ அங்கெல்லாம் இதைக் காணலாம்; இவை தவிர 'சால்கோடைட்' (chalcotite), 'கப்ரைட்' (cuprite), 'அஜுரைட்' (azurite) என்பனவும் செம்பின் சில கனிகளாகும். உலகில் நான்கு முக்கிய பகுதிகளில் செம்பு கிடைக்கிறது. அவையாவன: 1. அமெரிக்கா வில் ராக்கி மலையும் (Rocky mountains), பெரிய ஏரிப் பக்க நிலப் பரப்பும் (Great Basin). 2. தென் அமெரிக்கா வில் பெரு (Peru), சிலி (chile) என்ற நாடுகளில் ஆண்டீஸ் மலைத் தொடரின் (Andes) மேற்குப் பக்கச் சரிவு. 3. ஆப்பிரிக்காவில் மத்தியப் பீட பூமிப் பிரதேசத்தைச் சேர்ந்த பெல்ஜிய காங்கோ, வடக்கு ரொடீஷியா ஆகிய நாடுகள். 4. மத்திய கானடாவில் ஒன்டாரியோ மாகாணம். உலகில் மொத்தம் புதைந்துள்ள செம்பில் 95% இப்பகுதி களிலேயே புதைந்து கிடக்கிறது.

செம்புக்கனி அதன் இரசாயன அமைப்பிற்கும், சுத்தத் திற்கும் ஏற்றவாறு பலவகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. செம்பின் சுத்தம் அதில் எவ்வளவு சதவீதம் செம்பு

கிடைக்கிறது என்பதைப் பொருத்ததாகும். வெவ்வேறு விதமான செம்புக் கனி கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்படுகிறது. 1. சல்பைடு கனிகள் பின்வரும் 4 பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. (அ) மிகவும் சுத்தமானது, நேராக உருக்கத் தக்கது. (ஆ) மத்தியரகமான கனிகள். சுத்தப்படுத்தப்பட வேண்டியவை. (இ) தாழ்ந்த ரகத்தைச் சேர்ந்த கனிகள். இவற்றைச் சுத்தப்படுத்துவதோடு அதிக அளவில் தோண்டி எடுத்தால்தான் குறைந்த செலவில் செம்பு தயார் செய்ய முடியும். (ஈ) செம்பும் இரும்பும் சேர்ந்த கனி. 2. ஆக்சைடு கனிகள் பின்வருமாறு பிரிக்கப்படுகின்றன. (அ) உயர்தரமான அல்லது நடுத்தரமான கனிகள் இவை கறுப்பு நிறமுள்ள செம்பாக உருக்கப்படுகின்றன. (ஆ) தாழ்ந்த ரகத்தைச் சேர்ந்த கனிகள். 3. செம்பு செம்பாகவே கிடைக்கும் நாட்டுக் கனி.

செம்பு தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கனிகளில் அதன் தரத்திற்கு ஏற்பச் செம்பு அடங்கியுள்ளது. 2% செம்பு அடங்கியுள்ள கனி ஒரு சுரங்கத்தில் உயர்தரத்தைச் சேர்ந்தது என்றும் இதே கனி வேறொரு சுரங்கத்தில் உபயோகப் படாதது என்றும் கருதப்படுகிறது. சுரங்கத்தில் உள்ள கனியைத் தோண்டி எடுப்பதன் முறைகளில் உள்ள வேறுபாடுகளே இதற்குக் காரணம். 19–ம் நூற்றுண்டில் தோண்டி எடுக்கப்பட்ட கனியில் 2 % செம்பு இருந்தது. ஆனல், இன்று உலோகத் தொழிலில் ஏற்பட்ட அபிவிருத்தி காரணமாக 1·5% செம்புள்ள கனியும் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது.

செம்பைக் கண்டு பிடித்து, அதன் கனியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும்போது சில சமயங்களில் அதன் துணைப் பொருள்கள் அதிக மதிப்புள்ளதாக ஆகிவிடுகின்றன. சில சமயங்களில் இத்துணைப் பொருள்களுக்கு மதிப்பு

இராது. மற்ருெரு சமயத்தில் செம்பைப் போலவே சரி பங்கு அல்லது அதற்கும் மேலாகவே துணைப் பொருள்கள் மதிப்புப் பெற்றிருக்கும். செம்புக் கனியிலிருந்து தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம், ஆகிய உலோகங்கள் துணைப் பொருள்களாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. செம்பைவிட விலை மதிப்பற்ற பொருள்கள் என்று இவற்றை எவரேனும் கூற முடியுமா? செம்பைத் தோண்டி எடுப்பதில் இன்னும் என்ன உடன் விளை பொருள்கள் கிடைக்கின்றன, அவை எங்ஙனம் உபயோகமாகின்றன என்று காண்போம்.

உலகத்தில் கிடைக்கும் நிக்கல் உலோகத்தில் சுமார் 90% கானடாவிலுள்ள சட்பரி (Sudbury), ஒன்டாரியோ ஆகிய இடங்களில் கிடைக்கும் செம்பு-நிக்கல் கனியிலிருந்து கிடைக்கிறது. இவ்வுலோகங்கள் உருக்கப்பட்டு, அல்லது நயமாக்கப்பட்டு, தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் இவை இரண்டும் உருக்கப்பட்டு, செம்பு-நிக்கல் இரண்டும் இயற்கையாகவே கலந்த உலோகக் கலவையாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இதை 'மோனெல்' உலோகம் என்று அழைக்கிருர்கள். இதில் 68% நிக்கல், 28% செம்பு, 2% இரும்பு ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. பொறியியல் தன்மைகளிலும், உலோக எதிர்ப்பை எதிர்த்து நிற்பதிலும் இது அநேகமாக எஃகுக்குச் சமமானது.

பல செம்புக் கனிகளில் சிறிய அளவு தங்கமும், வெள்ளியும் கூடவே கிடைக்கின்றன. தோண்டி எடுப்பதிலிருந்து உருக்கும் வரை செம்பைப் பிரித்தெடுப்பதற்காகச் செய்யப்படும் வேலைக்கு இவையும் உள்ளாகின்றன. கடைசியில் நடைபெறும் நயமாக்கும் வேலையின் போதுதான் இவைகள் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. செம்புக் கனியில் மிகச் சிறிய அளவே தங்கமும்

வெள்ளியும் கிடைக்கலாம். ஆனல், ஆயிரக்கணக்கான டன் செம்புக் கனியைத் தோண்டி எடுத்துச் செம்பை பிரிக்கும்போது அதிலிருந்து கணிசமான அளவு தங்கமும் வெள்ளியும் கிடைக்கிறது. வெள்ளியும் தங்கமும் கூடவே கிடைப்பதால் செம்புக் கனியைத் தோண்டி எடுப்பதில் மக்கள் மிகுந்த அக்கறை காட்டுகிருர்கள்.

உலகில் உபயோகிக்கப்படும் உள்ளியம் (arsenic) எல்லாம் செம்பை உருக்கும் பொழுது கிடைக்கும் உடன் விளைபொருள் ஆகும். இன்னும் பல இடங்களில் செம்பின் மற்ெருரு கனியான செம்பு - இரும்பு - கந்தகக் கூட்டுக் கனி கந்தகாமிலம் தயாரிப்பதற்கு முக்கியமான பொருளாக விளங்குகிறது. செம்பை உருக்கும் பல தொழிலகங்களில் கந்தகாமிலம் தயாரிப்பதற்கான சாதனங்களும் நிறுவப்பட்டுள்ளன.

செம்பு உலகில் பல்வேறு உருவத்தில் கிடைப்பதால் அதைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையும் அங்கங்கு மாறுபடுகிறது. முக்கியமாக 'உஷ்ண உலோக வேலை', 'நீர்ம வேலை' என்று இரண்டு முறைகள் தான் இவற்றுள் பிரபலமானவை. உஷ்ண உலோகவேலையை ஆங்கிலத்தில் 'பைரோ மெடலர்ஜி' (pyrometallurgy) என்றும், நீர்ம உலோக வேலையை 'ஹைட்ரோ மெடலர்ஜி' (hydrometallurgy) என்றும் குறிப்பிடுவர். செம்புக் கனியை உஷ்ணப்படுத்திப் பிரிக்கும் வேலை உஷ்ண உலோக வேலை எனப்படுகிறது. இம்முறை வறுத்தல், உருக்குதல், சுத்தப்படுத்துதல், தீயின் மூலம் நயப்படுத்துதல் என்ற வேலைகள் கொண்டது. இந்த முறை தனியான செம்பு அல்லது செம்பு சல்பைடு கனியிலிருந்து செம்பைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. செம்புக் கனியிலுள்ள மணல், சேறு, போன்ற அழுக்குகள், கனியைப் பொடியாக்குதல், அறைத்தல்,

மிதக்க வைத்தல், அடியில் தங்க வைத்தல் போன்ற பல முறைகளில் அகற்றப்படுகின்றன. இதன் பிறகு உலோகம் வறுக்கப்பட்டு இதில் உள்ள சல்பைடு, ஆக்சைடாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு வறுக்கப்பட்ட கனி உஷ்ணத்தைப் பிரதிபலிக்கக் கூடிய ஒரு தனி வகையான அடுப்பில் (reverberatory furnace) சூடாக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் கனியிலுள்ள இரும்பு போன்ற அழுக்குகள் கசடாகப் படிகின்றன, இந்த முறை மூலம் கனியில் முதலில் இருந்த 1% செம்பு இப்போது 50% ஆகிறது. இந்நிலையில் இப்பொருள் 'மட்' (matte) எனப்படுகிறது. 'ஸ்பானிஷ்' மொழியில் இதன் பொருள் ஒளி மங்கியது. என்று ஆகிறது. இந்நிலையில் இந்த உலோகம் ஓரளவு ஒளி மங்கியதாகவே இருக்கிறது. இந்த ஒளி மங்கிய உலோகம் வீடு கட்டும் இடங்களில் கான்க்ரீட் கலவை தயாரிப்பதகு உபயோகிக்கப்படும் இயந்திரம் போன்ற ஒரு பாத்திரத்தில் போடப்படுகிறது. இப்பாத்திரத்தின் உள்ளே மிகச் சூடான காற்றுச் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் பாத்திரத்திலுள்ள செம்பு சல்பைடு சிதைந்து செம்பும், கந்தக டையாக்சைடுமாகப் பிரிகிறது. காப்பர் ஆக்சைடும் செம்பைப் பிரிப்பதற்காகச் சிதைகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கந்தக டையாக்சைடு கந்தகாமிலம் தயாரிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இரும்பு ஆக்சைடு போன்ற அழுக்குகள் பாத்திரத்தில் உள்ள சிலிகாவுடன் கிரியை புரிந்து தனிக் கசடாகப் படிகிறது. இந்நிலையில் செம்பு 98% சுத்தமானதாக இருக்கிறது. இப்போது செம்பில் நிறையக் காற்றுக் கொப்புளங்கள் இருக்கும். எனவே, இது காற்றுக் கொப்பளச் செம்பு (blaster-copper) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. கடைசியாக மின் பகுப்பு முறை மூலம் இது மேலும் சுத்தமாக்கப்படுகிறது.

செம்பு தயாரிப்பதற்கான மற்றொரு முறையான நீர்ம உலோக வேலையில் செலவு அதிகம் ஆவதில்லை. ஏனெனில்,

செம்புக் கனியை வறுப்பதற்கோ, உருக்குவதற்கோ எந்த விதமான எரி பொருளும் தேவையில்லை. இம் முறையில் செம்புக் கனி 'லீச்சிங்' (leaching) என்னும் வேலைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் செம்பு மட்டும் கரைக்கப்படுகிறது. பிற அழுக்குப் பொருள்கள் கரைக்கப் படுவதில்லை. பின்னர் செம்புக் கரைசல் தனியாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கரைசலிலிருந்து இரசாயன முறைகளின் மூலமோ அல்லது மின் பகுப்பு முறையின் மூலமோ செம்பு வீழ்படிவாகப் பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. இம் முறையில் இதன் பெயருக்கேற்ப, கரைசல்கள் நீர் சார்ந்த கரைசல்களாகவே இருக் கின்றன. லீச்சிங் வேலைக்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் பொருள்கள் 'லீச்சிங் ஏஜெண்டுகள்' (leaching agents) எனப்படுகின்றன. தண்ணீர், கந்தகாமிலம், அமில ஃபெர்ரிக் சல்பேட், ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம், சல்ப்பூரஸ் அமிலம் (Sulfurous acid), பெர்ரஸ் குளோரைடு, பெர்ரிக் குளோரைடு ஆகியவை சாதாரண மாக லீச்சிங் ஏஜெண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்படு கின்றன.

தண்ணீரில் கரையக்கூடிய ஒரே செம்புக் கனி 'கால் கேன்தைட்' (chal canthite) என்று அழைக்கப் படுகிறது. இது செம்பு சல்பேட்டின் ஒரு உருவமாகும். இது மிக எளிதில் தண்ணீரில் கரைகிறது.

லீச்சிங்குக்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் கந்தகாமிலம் ஒரு லிட்டர் கரைசலுக்கு 25-70 கிராம் என்ற விகிதத்தில் கலக்கப்படுகிறது. லீச்சிங் முறை எல்லோராலும் பொது வாகப் பின்பற்றப்படும் முறையாகும். அஜுரைட் (azurite), 'மலாசைட்', 'டெனொரைட்' (tenorite), 'கப்ரைட்' ஆகிய கனிகளைப் பிரிப்பதற்கு லீச்சிங் முறை பின்பற்றப்படுகிறது. சல்பைடுகள் கந்தகாமிலத்தால் மட்டும் தாக்கப்படுவதில்லை. அவைகளை ஆக்சிடைஸ்

செய்வதற்கு வேறு ஒரு பொருளும் தேவைப்படுகிறது. இந்த ஆக்சிடைஸ் செய்யும் வேலை இரும்பு உப்புக்களைக் கொண்டு செய்யப்படுகிறது. ஆனால், இந்த பெர்ரிக் சல்பேட் தனியாகச் சேர்க்கப்பட வேண்டியதில்லை. ஏனெனில், சில கனிகளில் இருக்கக் கூடிய இரும்பு, கந்த காமிலத்தின் செயலால் சல்பேட்டாக மாறிவிடுகிறது.

எந்தக் கனிகளை அமிலத்தைக் கொண்டு லீச் செய்ய முடியாதோ அதற்கு அமோனியா கரைசல் உபயோகப் படுகிறது. நாட்டுச் செம்புக் கனியும், 'கார்பனேட் காங்கும்' (carbonate gangue) இத்தகைய கனிகளாகும். அமோனியா லீச்சிங்கின் மூலம் மற்றொரு அனுகூலமும் இருக்கிறது. செம்பைப்போல் பிற உலோகங்கள் பல விதமான உருவங்களில் கிடைப்பதில்லை. எனவே, அமோனியா செம்புக் கனிகளை மட்டும் தாக்குகிறது.

லீச்சிங்கிற்குப் பிறகு இக்கரைசல் வடிகட்டப்படு கிறது. இவ்வாறு வடிகட்டப்பட்ட பின், இது இரசாயன வீழ் படிவு முறை மூலமோ அல்லது மின் பகுப்பு முறை மூலமோ பிரிக்கப்படுகிறது. இங்கு நாம் ஒரு முக்கிய மான விஷயத்தைக் காண்கிறோம். அதாவது ஒரு கரை சலில் இருக்கக் கூடிய ஒரு தாழ்ந்த உலோகம் அதே கரைசலில் இருக்கக் கூடிய உயர்ந்த உலோகத்தைப் பிரிக்கிறது. உதாரணமாக செம்பு உப்பின் கரைசலில் ஒரு இரும்புத் துண்டை வைத்தால் அது கரைந்து விடு கிறது. செம்பு வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. இரசாயனத் துறையில் இதை ஒரு தனிமம் மற்றொரு தனிமத்தைப் பெயரச் செய்கிறது அல்லது பிரித்துத் தருகிறது என்று கூறுவர். உலோகத் தொழில் துறையில் 'படிகை' (cementation) என்று குறிப்பிடுவர். செம்பை வீழ்படி வாகச் செய்வதற்கு இரும்பு மட்டுந்தான் உபயோகிக்கப் படுகிறது. வீணான இரும்புகள் ஒரு தொட்டியில் போடப்பட்டு,

படுகின்றன. இதன் வழியே லீச் செய்யப்பட்ட கரைசல் மெதுவாகச் செலுத்தப்படுகிறது. கரைசலில் உள்ள செம்பு சிறு சிறு மணிகளாக இரும்பின் மீது தங்குகிறது. இவை அவ்வப்போது படிய வைக்கும் தொட்டிகளுக்குள் தங்கும்படி செய்யப்படுகின்றன. சாதாரணமாக ஒரு ராத்தல் செம்பை வீழ்படிவாகச் செய்வதற்கு 1—2 ராத்தல் இரும்பு தேவைப்படுகிறது. வீணன இரும்பு நிறையக் கிடைக்குமேயானல் இந்தப் படிகை முறை மிகச் சிக்கனமானதாகும். செம்பு சல்பேட்டுக் கரைசல் எந்த வீர்யத்தில் இருந்தாலும் இம்முறையை மேற்கொள்ள முடியும். மின் பகுப்பு முறையில் பிரிக்க முடியாத குறைந்த அளவு வீர்யம் கொண்டதாகச் செம்பு சல்பேட்டு இருப்பினும் இம்முறையில் செம்பைப் பிரிக்க முடியும்.

செம்பு மின்சாரத்தைக் கடத்தும் காரணத்தினலேயே சிறந்த உபயோகத்தைப் பெறுகிறது. ஆனல், செம்பு சுத்தமாக இருந்தால்தான் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் சக்தியை அதிகம் பெறுகிறது. செம்பில் 0·3% உள்ளியம் கலந்திருந்தால் கூட அதன் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் சக்தி 14% குறைகிறது. இது ஒரு பெரிய நஷ்டமாகும். மின்சார வேலைகளுக்கான செம்பு 99·98% அல்லது இதற்கு மேலும் சுத்தமானதாக இருக்கவேண்டும். மின்பகுப்பு முறை மூலம் இது சாத்தியமாகிறது. இத்துடன் தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம், செலினியம் (celenium) போன்ற விலை மதிப்பான உலோகங்களையும் தனியே பிரிக்க முடிகிறது. அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் இம்முறையில்தான் அதிக அளவு வெள்ளி பெறப்படுகிறது. காற்றுக் குமிழிச் செம்பு பெரிய பலகைகளாக்கப்படுகிறது. இப்பலகைகள் சுமார் ஒரு மேஜையின் மேற்பரப்பின் அளவில் இருக்கும். இப்பலகைகள் செம்புக் கரைசல் இருக்கும் பெரிய மரத் தொட்டிகள் அல்லது கான்க்ரீட் தொட்டிகளில் தொங்க விடப்படு

கின்றன. அங்கு இப்பலகைகளே நேர் மின் துருவங்களாகச் செயலாற்றுகின்றன. நேர் மின் துருவங்களுக்கு இடையே மிகவும் சுத்தமான, லேசான செப்புத் தகடுகள் தொங்கவிடப்படுகின்றன. இவை எதிர் மின் துருவங்களாக வேலை செய்கின்றன. மின்சாரத்தைக் கரைசலுள் பாய்ச்சும்போது சுத்தமான செம்பு எதிர் மின் துருவத்தின் மீது படிகிறது. நேர்மின் துருவமாக இருக்கும் பலகைகள் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் கரைகின்றன. இவை கரையக் கரைய எதிர் மின் துருவத்தில் சுத்தமான செம்பு அதிகமாகப் படிகிறது. இதன் மூலம் சுத்தமான செம்பு மட்டுமே எதிர் மின் முனையில் படிகிறது. துத்தநாகம், இரும்பு, ஈயம் போன்ற மற்ற பொருள்கள் கரைசலுடன் சேர்ந்து விடுகின்றன. நேர் மின் முனையில் இருந்து தங்கம், வெள்ளி போன்ற உயர்ந்த உலோகங்கள் பிரிந்து சென்று தொட்டியின் அடியில் தங்குகின்றன. செம்பைச் சுத்தப்படுத்தும் முறைக்கு ஆகும் செலவை இந்த உயர்ந்த உலோகங்கள் சரிக்கட்டி விடுகின்றன.

செம்பு ஒன்றுதான் சிவந்த நிறம் உடையதாக இருக்கிறது. உண்மையில் தங்கம், செம்பு இந்த இரண்டு உலோகங்களுக்குத்தான் நல்ல நிறம் இயற்கையில் அமைந்திருக்கிறது. இந்த நிறம் தான் இவைகளை ஆபரணங்கள் தயாரிக்க எல்லோரும் விரும்புமாறு செய்கிறது. சிலைகளும், விக்கிரகங்களும் பழங்காலத்தில் தனியான செம்பிலோ, அல்லது வெண்கலத்திலோ செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் இரும்பு, எஃகு ஆகியவை தான் செம்பைவிட அதிகம் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இன்று பூமியின் மேலும், தரைக்குக் கீழும் செல்லும் செப்புக் கம்பிகள் மின்சாரத்தைத் தொழில் நிலையங்களுக்கும், வீடுகளுக்கும், தியேட்டர்களுக்கும் கொண்டு செல்கின்றன. தந்தியின் மூலம், டெலிபோன் மூலம் நாம் அனுப்பும் செய்திகள் செப்புக் கம்பியின் வழியாக

ஏதாவது ஒரு இடத்தை நோக்கிச் சென்று கொண்டே இருக்கின்றன.

நமது வாழ்க்கையை எளிதாக்குவதற்கும், அழகுள்ளதாகச் செய்யவும் பல விதமான வழிகளில் செம்பு நமக்குப் பயன்பட்டு வருகிறது. செம்பு இல்லாவிடில் அச்சுத் தொழிலில் அழகிய படங்களை மறுபதிப்புச் செய்வதற்கு வேண்டிய 'ஆப்டோன் பிளாக்குகள்' (Halftone blocks) செய்ய முடியாது. ஒரு செப்புத் தகட்டின் மீது ஒளியால் பாதிக்கப்படும் ஒரு பொருள் பூசப்படுகிறது. இதன் பிறகு ஒரு ஆப்டோன் திரை வழியாக இதன் மீது வெளிச்சம் படும்படியாகச் செய்யப்படுகிறது. பின்னர் இத் தகடு அமிலத்தில் போடப்படுகிறது. அமிலம் தகட்டின் சில பகுதிகளை அரித்துத் தின்று விடுகிறது. இதன் மூலம் நமக்குத் தேவையான படம் சில இடங்களில் மேட்டுப் பகுதியாகவும், சில இடங்களில் பள்ளங்களாகவும் காணப்படும். இத் தகட்டில் சில இடங்கள் அச்சுமையை ஏற்றுக் கொள்ளும். சில இடங்கள் ஏற்றுக் கொள்ளாது. இந்தத் தகட்டைத்தான் மரக் கட்டைகளில் பதித்து அச்சடிக்க உபயோகிக்கிறார்கள்.

பல சமயங்களில் அச்சடிப்பதே செம்பின் உபயோகத்தால் நடைபெறுகிறது. இதற்கான எழுத்துக்களுக்கு 'எலக்ட்ரோ டைப்ஸ்' (electro types) அல்லது 'எலக்ட்ரோஸ்' (electros) என்று பெயர் வழங்குகிறது. இவை ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டு மெழுகுக்குள் அல்லது 'வினிலைட்' (Vinylite) என்ற பிளாஸ்டிக்குக்குள் முக்கப்படுகிறது இந்த மெழுகு அச்சுக்குப் பின்னர் செம்பு முலாம் பூசப்படுகிறது. இவ்வாறு எழுத்துக்களின் மீது படியும் செம்பு பலமுறை அடித்தாலும் அவை உருக்குலையாமல் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளுகிறது. தொழில் துறையில் செம்பு பலவகையில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

இதற்குக் காரணம் இது உஷ்ணத்தையும் மின்சாரத் தையும் மிகக் குறுகிய காலத்தில் அதிக அளவில் கடத்து வதேயாகும் இதைத் தகடுகளாக அடிக்கலாம். கம்பி களாக நீட்டலாம். உலோக அரிப்பை இது அதிக அளவில் எதிர்த்து நிற்கிறது. செப்புத் தகடுகள் அழகான கூரை வேய்வதற்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. சில நூற்றுண்டு களுக்கு முன்பு ஐரோப்பாவிலுள்ள அரண்மனைகளின் கூரைகள் செப்புத் தகடுகளால் மூடப்பட்டிருந்தன. இது டென்மார்க் நாட்டில் அதிகம் காணப்பட்டது. செம்பு சாக் கடைக் குழாய்கள், தண்ணீர்க் குழாய்கள் செய்வதற்கும் உபயோகப்பட்டது. இது உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் காரணத்தால் தண்ணீர் குழாய்களிலும், வெந்நீர்த் தொட்டிகளிலும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. குழாய்கள் போடுவதற்கு செம்பை அதிக அனுகூலத்துடன் உப யோகிக்கலாம். ஏனெனில், இதை எப்படி வேண்டுமாளு லும் வளைக்கலாம். இரும்புக் குழாய்களை இவ்வாறு வளைக்க முடியாது அவைகளை அறுத்து, மரை போட்டுத் தான் ஒன்றுடன் ஒன்றை இணைக்கவேண்டும்.

செம்புத் தகடுகளைக் கொண்டு வேயப்பட்ட கூரைகள் பசுமையான நிறங் கொண்டு பார்ப்பதற்கு அழகாக விளங்குகின்றன. காற்றில் இதன் மேல் பாகம் களிம்பு பிடித்து விடுவதால் இவை பசுமை நிறம் கொண்டதாகத் தெரிகிறது. இவ்வாறு மேற் பரப்பில் ஏற்படும் களிம்பு உள்ளே ஊடுருவிச் செல்வதில்லை. இதன் காரணமாகவே கப்பல்களில் தண்ணீருக்குள் இருக்க வேண்டிய பாகம் செப்புத் தகடால் மூடப்படுகிறது. 'க்வீன் மேரி' என்ற பெரிய கப்பலைக் கட்டுவதற்கு மட்டும் $3\frac{1}{2}$ மிலியன் டன் செம்பு உபயோகிக்கப்பட்டது. நியூயார்க் துறைமுகத்தில் அழகாக நிற்கும் சுதந்திரச் சிலை செப்புத் தகடு கொண்டு மூடப்பட்டிருக்கிறது. இத் தகடு $\frac{1}{4}$ அங்குல கனம் கொண்டது.

உஷ்ணத்தை விரைவில் கடத்துவதால், பொருள்களை உஷ்ணப் படுத்துவதற்கோ, குளிர வைப்பதற்கோ, செம்பு பயன்படுகிறது. ஒரு காரில் 45 ராத்தல் செம்பு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதில் பெரும் பகுதி ரேடியேட்டருக்குச் செலவாகிறது. இயந்திரக் குளிர் பாதுகாப்புப் பெட்டிகளில் உள்ள நீராவிக் குழாய்கள், வீடுகளில் அறைகளை உஷ்ணப்படுத்தும் சாதனங்கள் முதலியவை செம்பினாலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. செம்பு, அலுமினியத்தைப் போல் இரண்டு மடங்கும், எஃகைப் போல் 9 மடங்கும் அதிகமாக உஷ்ணத்தைக் கடத்துகிறது. எனவே, எங்கெங்கு உஷ்ணத்தை விரைவாக அதிகரிக்க வேண்டுமோ, எங்கு விரைவாகக் குளிரச் செய்ய வேண்டுமோ அங்கெல்லாம் செம்பைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

பல இரசாயனக் கிரியைகளுக்குச் செம்புப் பொடி உபயோகமாகிறது. பூச்சி கொல்லிகள், காளான் கொல்லிகள் (fungicides), மற்றும் மதிப்புள்ள பல இரசாயனப் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் செம்புப் பொடி பயன்படுகிறது செமபு சல்பேட்டையும், சுண்ணாம்பையும் தண்ணீரில் கரைத்து திராட்சைக் கொடிகளின் மீதும், பழம் தரும் மரங்களின் மீதும் தெளித்துக் காளான் வளர்ச்சியைத் தடுக்கிறார்கள். இக் கரைசலுக்கு 'போர்டோ கரைசல்' (Bordeaux mixture) என்று பெயர். நீச்சல் குளங்களிலும் செம்பு சல்பேட்டைக் கரைத்துப் பாசி வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றனர்.

செம்பைப் போலவே இதன் கலப்பு உலோகங்களும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. எல்லோருக்கும் தெரிந்த செம்புக் கலப்பு உலோகங்கள் வெண்கலமும், பித்தளையுமாகும். இவை மனித குலத்துக்குப் பல நூற்றாண்டுகளாகவே தெரிந்த உலோகங்களாகும். நாணயங்கள் தயாரிப்

பதற்கும் செம்புக் கலப்பு உலோகங்கள் பயன்படுகின்றன. வெள்ளி நாணயங்களில் 10% செம்பு கலந்துள்ளது. தங்கத்தில் அதன் சுத்தத்திற்குத் தக்கவாறு (Carat) செம்பு கலந்துள்ளது. செம்பைக் கலப்பதால் தங்கம் வலுவுள்ளதாகிறது. 16 காரட் தங்கத்தில் $\frac{1}{3}$ பாகம் செம்பு கலக்கப்பட்டுள்ளது. நிக்கல், இரும்பு, பெரிலியம் (beryllium) ஆகிய உலோகங்களுடனும் செம்பு கலக்கப்படுகிறது. செம்பும் நிக்கலும் கலந்த 'மோனெல்' உலோகம் பற்றி முன்பே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

செம்புக்கு இல்லாத சில தன்மைகள் இதன் கலப்பு உலோகங்களுக்கு உண்டு. செம்பு மிருதுவாகவும், உறுதியானதாகவும் இருப்பதால் இதை வெட்டுவது, தகடாக அடிப்பது போன்ற வேலைகள் செய்வது கடினமாக இருக்கிறது. ஆனால், செம்புக் கலவைகளை எளிதில் வேலை செய்யலாம். துத்தநாகம் போன்ற விலை மலிவான உலோகங்களுடன் செம்பைக் கலப்பதன் மூலம் அதன் வலிமை அதிகரிப்பதுடன் விலை மேலும் குறைகிறது. செம்பு வார்ப்பு வேலைகளுக்குப் படியாது. ஆனால், இதன் கலவைகளை எந்த உருவத்திலும் வார்க்கலாம். பெரிய அலுவலகங்களின் பெயர்ப் பலகைகள், போர் வீரர்களின் உடுப்புக்களில் உள்ள பொத்தான்கள் ஆகியவை பித்தளையால் ஆனவை. மெருகூட்டினால் இவை எவ்வளவு பிரகாசமாக விளங்குகின்றன? செம்பு-துத்தநாகம் இரண்டும் கலந்த உலோகமே பித்தளை செம்பில் சேர்க்கப்படும் துத்தநாகத்தின் அளவுக்கு ஏற்பப் பித்தளை பலவகைப்படும். பொதுவாகப் பித்தளையில் 60-85% செம்பு இருக்கும். 36%க்கும் அதிகமாகத் துத்தநாகம் சேர்க்கப்பட்ட செம்பு உறுதியாக இருக்கும். 'முன்டெஸ்' (Muntez) என்னும் கலப்பு உலோகத்தில் 40% துத்தநாகம் இருக்கிறது. இது வார்ப்பு வேலைகளுக்கும்,

சூடான உருளைகள் கொண்டு தகடுகள் செய்வதற்கும், சூடான அச்சுக்கள் பதிப்பதற்கும் தகுதி பெற்றதாக உள்ளது. சுத்தமான செம்பைவிட ஈயம் கலந்த செம்பில் எளிதில், வேகமாக மரையிட முடிகிறது. ஈயம் கலந்த செம்புக் கலப்பில் 2·5—3·5% ஈயம் இருக்கும். செம்புடன் அலுமினியம், வெள்ளீயம், இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகிய உலோகங்களைக் கலந்தால் இதன் முழு வலிமை அதிகமாகிறது.

செம்புடன் துத்தநாகம், வெள்ளீயம் இவற்றைக் கலந்து தயாரிக்கப்படும் உலோகம் வெண்கலம் எனப் படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் இந்த உலோகத்தை அறியாதவர் அநேகமாக இருக்கமாட்டார். வீடுகளுக்கு வேண்டிய பாத்திரங்கள், அழகிய விளக்குகள், விக்கிரகங் கள், சிகரெட் சாம்பல் தட்டு, சிகரெட்டை வைக்கும் பெட்டி முதலியன வெண்கலத்தால் செய்யப்படுகின்றன. இதில் 3% வெள்ளீயமும், 1·5% துத்தநாகமும் கலந் துள்ளது. வெண்கல நாணயங்களும் பிரசித்தமானவை. ஏனெனில், இவற்றில் வெள்ளீயம், செம்பு ஆகியவற்றின் உபயோகம் மிச்சமாகிறது. வெண்கலம் சிறந்த நாதம் உள்ள உலோகமாகும். நல்ல குரல் உடைய ஒருவரை வெண்கலக் குரல் உடையவர் என்று கூறுவர். வெண் கலக் கடையில் யானை புகுந்ததுபோல் என்பது பழமொழி. வெண்கலம் பாடல் பெற்ற உலோகமாகும். "சிற்றுணர்வோர் என்றும் சிலுசிலுப்பர், அமைந்த முற்றுணர்வோர் ஒன்றும் மொழியார்" என்பதை எடுத்துக்கூற, "வெற்றிபெறும் வெண்கலத்தின் ஓசை மிகுமே விரிபசும்பொன் ஒண் கலத்திற்கு உண்டோ ஒலி" என்று ஒரு புலவர் பாடிச் சென்றுள்ளார்.

செம்புடன், வெள்ளீயம், பாஸ்பரஸ் ஆகியவற்றைக் கலந்து 'பாஸ்போர்' வெண்கலம் (phosphor bronze) என்

னும் கலப்பு உலோகம் தயாரிக்கப்படுகிறது இது கடிகார 'ஸ்பிரிங்குகள்' (springs) ஃப்யூஸ் ஸ்பிரிங்குகள் (fuse springs), மின்சாரத் தொடர்பு கொள்ளும் பொறிகள் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன் படுகிறது. இது காந்தத் தன்மையற்றது. உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்பது. மிகவும் வலிமையானது.

'கன் மெடல்' (gun metal) என்பது செம்பும் வெள்ளீயமும் கலந்த மற்றொரு உலோகமாகும். பீரங்கிகள் தயாரிப்பதற்கு இது உபயோகிக்கப்பட்டதால் இதற்கு இப் பெயர் ஏற்பட்டது. இதை எளிதில் வார்க்கலாம். மிகவும் வலிமை கொண்டதாக இது விளங்குகிறது எனவே, அதிக அழுத்தத்திற்குள்ளாகும் நீராவி இயந் திரங்கள் இந்த உலோகத்தால் தயாரிக்கப்படுகின்றன

ஈயம் கலந்த பித்தளை போன்று, ஈயம் கலந்த வெண் கலமும் சமீப காலமாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. அதிக வேகத்திலும், உஷ்ணத்திலும் ஈயம் உயர்வாகப் (metallic lubricant) பணியாற்றுகிறது. வேகமாகச் சுழலும் விமான இயந்திரங்களில் இந்த உலோகம் உபயோகிக்கப் படுகிறது. இயந்திரம் வேகமாகச் சுழலும்போது ஏற்படும் உஷ்ணத்தை செம்பு இழுத்துக் கொள்ளுகிறது ஈயம் பொறியியல் வலிமையை அதிகரிக்கிறது அதிக உஷ்ணத்திலும், வேகத்திலும் செயலாற்றும் இயந்திரங் களின் 'பேரிங்குகள்' (bearings) இந்த உலோகத்தாலேயே செய்யப்படுகின்றன.

எல்லா வெண்கலத்திலும் வெள்ளீயம் கலந்திருப்ப தில்லை. அலுமினிய வெண்கலம், சிலிகோன் வெண்கலம் ஆகியவற்றில் வெள்ளீயம் கலந்திருப்பதில்லை. எனவே, வெண்கலம் என்றால் வெள்ளீயம் கலந்த உலோகம் என்ற எண்ணத்தை நாம் மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். 7% அலு

மினியம் கலந்த வெண்கலம் காற்றினால் கறைபடுவதில்லை. இது தங்கம் போன்ற நிறங் கொண்டது. எனவே, போலித் தங்க சாமான்கள் இந்த உலோகத்தைக்கொண்டு தயாரிக்கப்படுகின்றன. கட்டடக் கலையிலும் இது அலங்கார வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கரண்டிகள், தட்டுக்கள், முள் கரண்டிகள் போன்ற பொருள்கள் செய்வதற்குப் பயன்படும் ஜெர்மன் சில்வர் என்ற கலப்பு உலோகம் செம்பு, நிக்கல், துத்தநாகம் ஆகிய உலோகங்களைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் 4–35% வரை நிக்கல் கலந்திருக்கும். நிக்கல் கலந்திருக்கும் அளவுக்கு ஏற்ப இதன் நிறம் அமையும். அதிகமான நிக்கல் சேர்ந்திருந்தால் அதிக வெண்மையாகப் பிரகாசிக்கும். 18% நிக்கல் கலந்துள்ள ஒரு உலோகம் டெலிபோன் எக்ஸ்சேஞ்சுகளில் (Telephone exchange) 'கான்டேக்டர் ஸ்பிரிங்குகளாக'ப் (contactor springs) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாகவே மனிதன் செம்பைப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளான். இருப்பினும் இதன் உபயோகமும் தேவையும் காலத்திற்கேற்ப வளர்ந்து கொண்டே வருகிறது. பழமைப் பொருள்கள், விந்தைப் பொருள்கள், தற்காலத்திற்குத் தேவையான சூடுதரும் பொருள்கள், குளிரவைக்கும் பொருள்கள், செய்தித் தொடர்பு சாதனங்கள், மின்சாரத் துறைக்கான பொருள்கள் ஆகியவை தயாரிக்கச் செம்பு அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக இது உலகில் மிக அதிகமாகக் கிடைப்பதாலும், எல்லாவிதமான உலோக வேலைகளுக்கும் ஏற்ற கலப்பு உலோகங்களைத் தருவதாலும், செம்பு நாகரிக உலகில் நிரந்தரமான இடத்தை வகித்து வருகிறது.

வெள்ளீயம், துத்தநாகம், ஈயம் அன்றாடம் உபயோகமாகும் சாதாரண உலோகங்கள்

வெள்ளீயம், துத்தநாகம் ஈயம் ஆகிய மூன்று உலோகங்களையும் பற்றிய அறிவு பண்டைக் காலந் தொட்டே மனித குலத்திற்கு இருந்து வருகிறது. தோன்று தொட்டு உபயோகப்பட்டு வரும் பல உலோகங்களில் இவை மூன்றும் மிகப் பழமையானது என்று கூறலாம். செம்புடன் வெள்ளீயத்தையும், துத்தநாகத்தையும் கலந்து பல நூற்றாண்டுகளாகவே உபயோகித்து வந்துள்ளனர். வெண்கலப் பாத்திரங்களையும் பிற பொருள்களையும் மக்கள் உபயோகித்து வந்த காலத்தை 'வெண்கலக் காலம்' (bronze age) என்றே சரித்திர ஆசிரியர்கள் குறிப்பிடுகின்றனர். பாத்திரங்கள், அழகுப் பொருள்கள், விக்கிரகங்கள் ஆகியவற்றில் மேற் கூறிய உலோகங்களைக் காண்கிறோம். தண்ணீர் பிடித்து வைப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் 'பக்கெட்டுகளும்', 'ட்ரம்' களும் (drums) துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்பே யாகும். இதை 'கால்வனைஸ்டு' (galvanized) இரும்பு என்று அழைப்பர். சமையலுக்கு உபயோகமாகும் பித்தளைப் பாத்திரங்களில் வைக்கப்படும் உணவுப் பொருள்கள் கெட்டு விடாதபடி தடுப்பதற்காக ஈயம் பூசுவதைப் நாம் அடிக்கடி பார்க்கிறோம். 'எவர்சில்வர்' பாத்திரங்கள் உபயோகத்துக்கு வருவதற்கு முன் வரை, பாத்திரங்களுக்கு ஈயம் பூசும் வழக்கம் அதிகமாக இருந்தது. சாக்லேட் டப்பாக்கள், பிஸ்கெட் டப்பாக்கள், மண்ணெண்ணெய் டின்கள் ஆகியவை வெள்ளீயம்

பூசப்பட்ட இரும்புத் தகடுகளால் செய்யப்பட்டவை யாகும். இதை நாம் 'டின் பிளேட்' (Tin plate) என அழைக்கிறோம். இது போன்று இன்னும் பல வழிகளில் இம் மூன்று உலோகங்களும் நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் பயன்பட்டு வருகின்றன. இப்பொழுது இவை எங்கிருந்து கிடைக்கின்றன, எங்ஙனம் உபயோகத்துக்குத் தகுந்த தாக மாற்றப்படுகின்றன, எதிர் காலத்தில் இவைகளை இன்னும் எந்தெந்த வழிகளில் உபயோகிக்கலாம் என்பதையும் காண்போம்.

வெள்ளீயம் :

இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்தில் நேச நாடுகள் வெற்றி பெற்றதற்கு வெள்ளீயமே காரணமாக இருந்தது என்று கூறினல் பலருக்கும் வியப்பாக இருக்கும். ஆனல், இது உண்மை. வெள்ளீயம் இல்லாவிட்டால் போர்முனை களுக்கு உணவுப்பொருள்களை அனுப்பியிருக்க முடியாது. இவ்வாறு அனுப்பப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் வெள்ளீய முலாம் பூசப்பட்ட தகர டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்டு, போர் வீரர்களுக்கு விநியோகிக்கப்பட்டது. இங்ஙனம் சுத்தமான உணவுப் பொருள் கிடைக்காமல் இருந்திருந் தால் அவர்கள் எங்ஙனம் வெற்றி பெற்றிருக்க முடியும்? உணவுப் பொருள்களை 'டின்'களில் அடைப்பதற்கான உரிமையை முதன் முதலில் 'பீட்டர் ட்யூராண்ட்' (Peter Durand) என்ற ஆங்கிலேயர் பதிவு செய்தார். இந்த டின்களில் வெள்ளீய முலாம் பூசப்பட்டிருந்தது இப்பொழுது உலகத்தில் தோண்டி எடுக்கப்படும் வெள்ளீயத்தில் பாதி 'டின் பிளேட்' தயாரிப்பதற்கு, அதாவது எஃகுத் தகட்டின் மீது வெள்ளீய முலாம் பூசுவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. டின் பிளேட்டிற்கு எஃகைப் போன்ற வலிமையும், வெள்ளீயத்தைப் போன்ற களிம்பு பிடிக்காத தன்மையும் உண்டு. பலருக்குத் தாங்கள் உப

யோகிக்கும் பழரச டப்பாக்கள். அல்லது சாக்கலேட் டப்பாக்கள் முழுவதும் வெள்ளீயத்தால் செய்யப்பட்டது அல்ல, மாருக எஃகுத் தகட்டின் மீது லேசாக வெள்ளீய முலாம் பூசப்பட்டது என்பது தெரியாது. இத்தகைய உபயோகத்திற்கு இரும்பின் மீது வெள்ளீயத்தை ஏன் பூச வேண்டும்? வெள்ளீயத்திலேயே டப்பாக்கள், டின்கள் செய்வதற்கு என்ன தடை என்ற ஒரு கேள்வி எழலாம். முதலாவதாக இரும்பைப் போல் வெள்ளீயம் வலிமை கொண்டதல்ல. இரண்டாவது இது சாதாரணமாக உபயோகிக்கப்பட்டாலும் மிக அரிதாகக் கிடைக்கும் ஒரு உலோகமாகும். இரும்பைப் போல் அதிக அளவில் இது கிடைப்பதில்லை. சுத்தமான வெள்ளீயம் விலை அதிகமானது. இதன் காரணமாகவே 2-வது உலக மகா யுத்தத்தின் ஆரம்பத்தில் மலேயா (Malaya) நாட்டை ஜப்பான் கைப்பற்றியது. அங்கு 'பெராக்' (Perak) என்னுமிடத்திலும், 'செலாங்கோர்' (Selangor) என்னுமிடத்திலும் உலகிலேயே அதிக அளவு வெள்ளீயக் கனி கிடைக்கிறது. இந்தோனேஷியா, சைஞ, தாய்லாந்து, நைஜீரியா, காங்கோ, பொலீவியா ஆகிய நாடுகளிலும் வெள்ளீயம் ஓரளவு அதிகமாகக் கிடைக்கிறது.

வெள்ளீயத்தை அதன் கனியிலிருந்து பிரித்தெடுப்பது சுலபமாகும். ஏனெனில், இது சுமார் 232° செ. கி உஷ்ணத்திலேயே உருகி விடுகிறது. வெள்ளீயக் கனியைக் கரியோடு கலந்து வறுத்தால் அதிலுள்ள ஆக்சைடு, கரியோடு சேர்ந்து கரியமில வாயுவாக மாறி, வெள்ளீயத்தைத் தனியே பிரித்துத் தருகிறது. வறுக்கும் உஷ்ண நிலையிலேயே வெள்ளீயம் உருகி, தனியாக மிதந்து வந்து விடுகிறது. மிகவும் சுத்தமான வெள்ளீயம் தேவையானல் மின் பகுப்பு முறை மூலம் பெறலாம்.

வெள்ளீயம் மிகவும் லேசான உலோகமாகும். இதை மிக எளிதில் தகடுகளாக அடிக்கலாம். அலுமினியத்தின் லேசான தாள்களின் உபயோகத்துக்கு முன்னுல் வெள்ளீயத்தின் லேசான தாள்களைக் கொண்டுதான் சாக்கலேட் போன்ற பொருள்களை மூடி வந்தனர். இத்தகைய தாள்களை (silver paper) என்றே அழைப்பது வழக்கம்.

செம்பு, துத்தநாகம், ஈயம், ஆன்டிமனி, வெள்ளி இவற்றுடன் வெள்ளீயத்தைக் கலந்து கலப்பு உலோகம் தயாரிக்கிறுர்கள். இந்தக் கலப்பு உலோகங்கள் மிகக் குறைவான சூட்டிலேயே உருகுவதால் பலவிதமான தொழில்களுக்கு இவை பயன் படுத்தப்படுகின்றன. வெள்ளீயம், ஆன்டிமனி, செம்பு இவை கலந்த கலப்பு உலோகம் இயந்திரங்களுக்கான பேரிங்குகள் செய்வதற்கு உபயோகப்படுகிறது. 60 முதல் 65% வெள்ளீயம் கலந்த கலப்பு உலோகம் மிகவும் விரைவாக இறுகிவிடுகிறது. எனவே, இதை நல்லதொரு பற்ற வைக்கும் உலோகமாக உபயோகிக்கலாம். குழாய்களைப் பழுது பார்ப்பவரிடத்தில் (Plumber) இருக்கும் பற்ற வைக்கும் உலோகத்தில் 30% வெள்ளீயம் இருக்கிறது. இது இறுகும்போது பசைபோல் ஆகிறது. ஏனெனில், இதில் உள்ள ஈயம் அங்கே பரவுகிறது. இத் தன்மையால் இந்தப் பற்றவைக்கும் உலோகத்தை எந்த உருவத்திற்கு வேண்டுமானுலும் தேய்க்கலாம். அச்சு உலோகம், வார்ப்புக் கலவைகள், உராய்வைத் தடுக்கும் (anti friction) மசகுப் பொருளாகப் பயன்படும் மென்மையான உலோகக் கலவை ஆகியவை செய்ய வெள்ளீயத்துடன் ஆன்டிமனி, செம்பு, ஈயம் ஆகியவை கலந்த கலவையை உபயோகிப்பர்.

வெள்ளீயம் மிருதுவான ஒரு உலோகம் என்று முன்பே கூறினேம். இது எளிதில் வளையத் தக்கது. எனவே, இதைச் சாதாரண உஷ்ணத்திலும் தகடாக

அடிக்கலாம். கம்பிகளாக நீட்டலாம். குறைவான உஷ்ணத்தில் உருகும் சோல்டர்களுடன் (solders) எளிதில் சேர்க்கப்படலாம். அழுத்தத்தில் இது நன்ருகப் பாய்கிறது. 'டூத் பேஸ்ட் ட்யூப்' (Tooth paste tube) போன்ற சாதனங்கள் செய்வதற்கு இது மிகவும் அதிகம் உபயோகப்படுகிறது. உணவுப் பொருள்கள், பழரசங்கள், பானவகைகள் ஆகியவற்றை அடைப்பதற்கு இத்தகைய குழாய்கள் அதிகம் தேவைப்படுகின்றன.

இரும்பின் மீது வெள்ளீயம் எவ்வாறு பூசப்படுகிறது? நமது வீடுகளுக்கு முன்னல் ஈயம் பூசுபவர் செய்யும் வேலைகளை நாம் கவனித்திருக்கிருேம். இதே போன்றுதான் இரும்புக்கு வெள்ளீயம் பூசும் வேலையும் செய்யப்படுகிறது. ஆனல், இது இயந்திரத்தின் மூலம் நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு பூசும் வெள்ளீயம் இரும்பின் மேல் ஒரே சீராகப் படிகிறது. நீண்ட நாட்களுக்கும் உழைக்கிறது. இதற்காக உபயோகப்படுத்தப்படும் இரும்பு லேசானதாகவும், குறைவான கரி கொண்டதாகவும் இருக்க வேண்டும். பூச்சு வேலை தொடங்குவதற்கு முன்னல் இரும்பின் புறப் பகுதிகள் சுத்தப் படுத்தப்படுகின்றன. புறப்பகுதிகள் அழுக்குடன் இருந்தால் அங்கு வெள்ளீயம் ஒட்டிக் கொள்ளாது. மேலும் ஒரே சீரான கனத்தில் அது படியாது. இவ்வாறு சுத்தப்படுத்தாத இரும்பின் மேல் வெள்ளீயத்தைப் பூசினல் சில நாட்களுக்குப் பிறகு வெடிப்புக்கள் ஏற்படும். இரும்பு வெளியே தெரியத் தொடங்கும் இத்தகைய தகடுகளைக் கொண்டு டப்பாக்கள் செய்து, அவற்றில் பழரசம், பழப்பாகு, பால் பொடி போன்ற பொருள்களை அடைத்தால் அவை இரும்புடன் கலந்து கெட்டுவிடும். இரும்பைச் சுத்தப்படுத்தும் வேலை அமிலத்தில் ஊறவைத்தல் அல்லது 'பிக்கிளிங்' (pickling) எனப்படுகிறது. நீர்த்த கந்தகாமிலம் சுடவைக்கப்பட்டு

இதில் இரும்புத் தகடுகள் முக்கி எடுக்கப்படுகின்றன. அமிலம் இரும்பின் மேற் பகுதிகளை லேசாக அரித்து விடும். இதன் மூலம் இரும்புத் தகடுகள் சுத்தமானவை யாயும், பிரகாசம் கொண்டவையாயும் ஆகின்றன. இதன் பிறகு இத்தகடுகள் 'ரோலிங் மில்லில்' (Rolling mill) வைத்து அழுத்தப்படுகின்றன. இதன் மூலம் அவை ஒரே கனம் கொண்டவையாயும் அழகிய மேற்புறம் கொண்ட வையாயும் ஆக்கப்படுகின்றன. ஈயம் பூசுபவர் ஈயம் பூசுவதற்கு முன் பாத்திரத்தினுள் ஒரு பொடியைத் தூவி, ஒரு துணியைக் கொண்டு, ஈயம் பூசப்படவேண்டிய இடங்களில் தடவுவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். ஈயம் எளி தில் உருகுவதற்காக இப்பொடி தடவப்படுகிறது. இதை 'நவசாரம்' என்று கூறுவர். இது ஒரு அமோனிய உப்பா கும். ஆனால், தொழில் துறையில் இதற்கு பதிலாக வேறு உப்புக்கள் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. இந்த உப்புக்கள் உருக வைக்கப்படுகின்றன. அமிலத்தில் ஊறவைக்கப்பட்டுச் சுத்தப்படுத்தப்பட்ட இரும்புத் தகடுகள் இதில் முக்கியெடுக்கப்படுகின்றன. இவை களைப் பின்னர் வெளியே எடுத்து உருகியுள்ள வெள்ளீ யத்தில் முக்கி எடுப்பர். இவ்வாறு செய்வதால் தகடு களின் மேல் வெள்ளீயம் படிகிறது. வெள்ளீயம் படியும் அளவு, தகடுகள் வெள்ளீயத்தில் முக்கி எடுக்கப்படும் வேகத்தைப் பொருத்ததாகும். இவ்வாறு வெள்ளீயம் பூசப்பட்டதும் தகடுகள் நன்கு அழுத்தப்படுகின்றன. பின்னர் அஃது ரோலிங் மில்லில் வேலை செய்யப்படுகின் றன. இங்கு அஃது உருளைகள் வெள்ளீயத்தை நன்கு தேய்த்து ஒரே சீரான கனம் கொண்டதாகவும், ஒரே சீரான வழவழப்பாகப் படியுமாறும் செய்கின்றன. அதி கப்படி இருக்கும் வெள்ளீயத்தையும் இவை அகற்றி விடு கின்றன. கொஞ்ச நேரம் கழிந்ததும் வெள்ளீயம் இரும் புத் தகட்டில் நன்ருகப் பிடித்துக் கொள்ளுகிறது. பின்

னர் இவைகளுக்கு மெருகூட்டுவார்கள். வெள்ளீயம் மிகவும் அரிதாகவே கிடைப்பதாலும், அதன் விலை மிக அதிகமாக இருப்பதாலும் எவ்வளவு குறைவாக இதைப் பூச்சு வேலைக்கு உபயோகிக்கலாமோ அவ்வளவு குறைவாக உபயோகிக்கவே விரும்புகின்றனர். எனவே, குறைந்த அளவு வெள்ளீயம் பூசப்பட்டாலும், தன்னிடமுள்ள உணவுப் பொருள்களைக் கெடுத்துவிடாத தன்மைகள் கொண்ட தகடுகள் செய்வதற்கெனப் பல மாறுதல்கள் மேற்கூறிய முறையில் செய்து பார்க்கப்பட்டு வருகின்றன. வெள்ளீயம் மின்பமுப்பு முறையிலும் பூசப்படலாம். இம் முறையில் வெள்ளீயத்தின் 'அயான்கள்' (ions) எந்தப் பொருள்களின் மீதும் படிகிறது. மின்பகுப்பு முறையில் அலுமினியம் அல்லது வெள்ளி முலாம் கொடுப்பது போலவே வெள்ளீய முலாமும் கொடுக்கப்படுகிறது

எனவே, வாய்ப்புக் கிடைக்கும் போது பழச்சாறு, அல்லது சாக்கலேட் அல்லது பிஸ்கட்டு அடங்கிய டப்பாவைக் கையில் எடுத்து எங்ஙனம் வெள்ளீய முலாம் பூசப்பட்டுள்ளது என்று கவனியுங்கள். அதில் ஒரு சிறு கீறல் விழுந்தாலும் அந்த இடம் துருப்பிடிக்க ஆரம்பிப்பதையும் கவனியுங்கள். வெள்ளீயத்தைக் கொண்டு ஒரு சிறு பரிசோதனை செய்து பார்க்கலாம் வெள்ளீயத்தின் ஒரு தகடு அல்லது சிறுதுண்டு அல்லது உருண்டையான குச்சி ஒன்றை முன் பக்கம் ஒரு முறையும், பின் பக்கம் ஒரு முறையும் வளைத்தால் அது 'கீச்' என்னும் சத்தத்தை எழுப்பும். இதற்கு 'வெள்ளீயத்தின் அழுகை' என்று பெயர். இது வெள்ளீயத்திற்கே உரித்தான ஒரு தனித் தன்மையாகும்.

துத்தநாகம்

துத்தநாகத்தை அதன் கனியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறை முதன் முதலில் இந்தியாவில்தான் மேற்

கொள்ளப்பட்டது என்று கூறப்படுகிறது. வெண்கலம் பல நூற்றுண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே நம் நாட்டில் உபயோகிக்கப்பட்டு வந்திருக்கிறது. எனவே, மேற்கூறிய வார்த்தைகளை யாரும் மறுக்கமுடியாது. தற்காலத்திலும் துத்தநாகத்தால் செய்யப்பட்ட பல்வேறு பொருள்களை நாம் அன்ருடம் கையாளுகிருேம். அவ்வளவு உபயோகம் இப்போது இந்த உலோகத்துக்கு ஏற்பட்டுள்ளது. செம்பு மின்சாரத்தைக் கடத்துகிறது. ஆனல், துத்தநாகம் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. டார்ச் விளக்கிலுள்ள பசை மின்கலம் துத்தநாகத்தால் ஆனதேயாகும். இதுவே டார்ச் விளக்குகளுக்கு ஒளியைத் தருகிறது. இந்த மின்கலம் துத்தநாகத்தால் ஆன ஒரு சிறு பாத்திரம் ஆகும் இதற்குள் மாங்கனீஸ் டையாக்சைடு, அமோனியம் குளோரைடு ஆகிய இராசயனப் பொருள்கள் நிரப்பப் படுகின்றன. நடுவில் ஒரு கரிக்குச்சி வைக்கப்பட்டிருக் கிறது. நாள்தோறும் துத்தநாகம் பூசிய இரும்பு வாளியை நாம் உபயோகித்து வருகிருேம். தற்கால மோட்டார் கார்களின் பல பாகங்கள் துத்தநாகத்தின் கலப்பு உலோகத்தைக் கொண்டு வார்த்துச் செய்யபட்டன வாகும். இது போன்று நூற்றுக்கணக்கான வகைகளில் நாம் துத்தநாகத்தை உபயோகித்து வருகிருேம்.

உலகத்தில் 0·013% துத்தநாகம் கிடைக்கிறது. இது 'ஸ்பீலரைட்' (Sphaelerite) என்னும் கனியாகவே பெரும் பாலும் கிடைக்கிறது. இதைத் துத்தநாகக் கலவை என்று கூறுவர். இது துத்தநாகமும் கந்தகமும் கலந்ததாகும். செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படும் துத்தநாக சல்பைடு ஒரு வெண்மையான வண்ணப் பொருளாகும்.

துத்தநாகத்தைப் பிரித்து எடுப்பதற்கு முதலில் கனியை வறுக்கிருர்கள். இதன் மூலம் இது துத்தநாக

ஆக்சைடாக ஆகிறது இது பின்னர் கரியோடு சேர்த்துச் சூடாக்கப்படுகிறது. இதிலுள்ள ஆக்சைடு கரியமில வாயுவாக மாறிப் போய் விடுகிறது. உலோகம் தனியாகப் பிரிகிறது. ஆண்டு தோறும் சுமார் 3 மிலியன் டன்கள் துத்தநாகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது எங்ஙனம் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது என்று பார்ப்போம்.

துத்தநாக முலாம் பூசும் வேலைக்கே இதில் பாதிக்குப் பக்கம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இரும்பு துருப் பிடிக்காமல் இருப்பதற்கு இதுவும் ஒரு வழியாகும். உலோக அரிப்பிலிருந்து இது இரும்பைக் காப்பாற்றுகிறது. துத்தநாக முலாம் அல்லது பூச்சுப் பூசுவதை ஆங்கிலத்தில் 'கால்வனைசிங்' என்று கூறுவர். உருகியிருக்கும் துத்தநாகக் குழம்பில் இரும்பை முக்கி எடுப்பதன் மூலம் பொருள்களுக்குத் துத்தநாகம் பூசப்படுகிறது. தகடுகளும், கம்பிகளும் இவ்வாறு துத்தநாகம் பூசப்பட்டுப் பலவகையான உபயோகங்களுக்கு உட்படுத்தப் படுகின்றன.

துத்தநாகம் பூசுவதற்கு மற்றொரு முறையும் இருக்கிறது. இதைப் 'பொடி தூவுதல்' என்பர். ஆங்கிலத்தில் இதற்கு 'ஷெரார்டைசிங்' (Sherardizing) என்று பெயர். எந்தப் பொருளுக்குத் துத்தநாகம் பூசவேண்டுமோ அதன் மீது துத்தநாகத்தின் பொடியை லேசாகத் தூவி, துத்தநாகம் உருகும் சூட்டிற்கு அதைச் சூடுபடுத்துவர். இதனால் துத்தநாகம் உருகி அப்பொருளின் மீது படியும். சிறிய 'ஸ்பிரிங்குகள்', 'வாஷர்கள்' (washers), திருகாணிகள், மரையாணிகள் ஆகியவை தயாரிக்க இம்முறையே பின்பற்றப்படுகிறது. ஒரு சுழலும் பீப்பாயில் (drums) இச் சிறிய பொருள்கள் போடப்பட்டு, இத்துடன் கொஞ்சம் துத்தநாகப் பொடியும் சேர்க்கப் படுகிறது. பீப்பாய் காற்றுப் போகாமல் மூடப்பட்டுச்

சுமார் 375° செ.கிரேடுக்குச் சூடாக்கப்படுகிறது. இது பல மணி நேரம் நடைபெற்றதும் துத்தநாகப் பொடி உருகிப் பொருள்களின் மீது படிகிறது.

உருகிய துத்தநாகத்தைத் தெளி கருவி மூலம் (spray gun) பொருள்களின் மேல் தெளித்து முலாம் பூசும் வேலை சில சமயங்களில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. தெளி கருவி யின் உள்ளே துத்தநாகப் பொடி அல்லது கம்பி வைக்கப் படுகிறது. இதை ஒரு எரிதழல் விளக்கினுல் சூடுபடுத் தினுல் உள்ளே இருக்கும் உலோகம் உருகுகிறது. பின் னர் இது காற்றின் அழுத்தத்தால் பொருள்களின் மீது தெளிக்கப் படுகிறது. கப்பல், விமானம் ஆகியவற்றின் உடற் பகுதிகளுக்கு இம்முறையிலேயே துத்தநாகம் பூசப்படுகிறது. இதன் மூலம் அவை உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் சக்தி பெருகின்றன.

துத்தநாகத்துடன் கொஞ்சம் அலுமினியத்தையும், மிகக் குறைந்த அளவு மக்னீஷியத்தையும் சேர்த்து வார்ப்புப் படிவங்கள் (die casts) செய்வதற்குத் தகுந்த கலவை ஒன்று தயாரிக்கிருர்கள். வார்ப்புப் படிவங்கள் செய்வதன் மூலம் இயந்திரங்களுக்குத் தேவையான பல பாகங்களே மிக விரைவில், ஒரே ஒழுங்காகத் தயாரிக்க முடிகிறது இதன் மூலம் செலவும் குறைகிறது. இதன் காரணமாக மோட்டார்கள், குளிர் பாதுகாப்புப் பெட்டி கள், சலவை இயந்திரங்கள், மின்சார அடுப்புக்கள் போன்ற பல சாதனங்களேக் குறைந்த விலேக்கு நாம் வாங்க முடிகிறது.

இது தவிர இன்னும் பல துத்தநாகக் கூட்டுப் பொருள்கள் தொழில் துறையில் உபயோகிக்கப்படுகின் றன. துத்தநாக ஆக்சைடு இவற்றுள் முக்கியமான தாகும். இது ரப்பரைப் பக்குவப் படுத்துவதற்கு(curing)

ரப்பர் — ஆக்ஸிலரேட்டர்களில் (Rubber Accelerators) உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது வர்ணங்கள் தயாரிப்பதற்கும், இருட்டிலும் ஒளிவீசும் வண்ணப் பொருள்கள் (Fluorescent Pigments) தயாரிப்பதற்கும் உபயோகிக்கப் படுகிறது. இவ்வர்ணங்களும், வண்ணப் பொருள்களும், வர்ணம் பூசும் தொழிலிலும், பீங்கான் பாத்திரங்கள் தயாரிக்கும் தொழிலிலும் உபயோகமாகின்றன.

துத்தநாகக் குளோரைடு என்பது மற்றொரு உபயோகமான பொருளாகும். இது நூல் துணிகள் பளபளப்பாகவும், உறுதியுடனும் இருப்பதற்காக அவைகளைப் பக்குவப் படுத்துவதற்கும் (mercerizing), துணிகளைக் கெட்டிச் சாயம் கொண்டவையாக ஆக்குவதற்கும் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. ரப்பர் நெருப்புப் பிடிக்காமல் இருப்பதற்கும் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

பல உயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும் துத்தநாகம் தேவைப் படுகிறது. 'ஹார்மோன் இன்சுலீன்' களில் (Hormone insulin) துத்தநாகம் கலந்துள்ளது.

மேற் கூறியவற்றிலிருந்து தற்காலத் தொழில் துறைக்கு இது மிகவும் பயனுள்ள உலோகம் என்பது தெள்ளென விளங்கும்.

ஈயம் :

ஈயம் - துத்தநாகம் - வெள்ளீயம் ஆகியவை கொண்டு குழாய், தொட்டி முதலியவற்றைப் பொருத்திச் செப்பனிடுபவர்களைத் தமிழில் 'ஈயக் கம்மியர்' என்று அழைக்கிறோம். ஆங்கிலத்தில் இவர்களுக்கு 'ப்ளம்பர்' (plumber) என்று பெயர். இப்பெயர் எப்படி ஏற்பட்டது தெரியுமா? இவர்கள் 'ப்ளம்பம்' (plumbum) என்ற உலோகத்துடன் வேலை செய்து வந்ததனாலேயே ஆகும். 'ப்ளம்பம்' என்பது ஈயத்தைத் தவிர வேறொன்றும்

இல்லை. இது ஈயத்திற்கான லத்தீன் வார்த்தையாகும் ரோமானியர்கள் பழங்காலத்திலேயே ஈயத்தை குளியல், சுகாதார சாதனங்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தி வந்தனர். எனவே, இதுவும் மனித குலத்துக்கு ஒரு பழைய உலோகமேயாகும்.

அதிகச் சிரமம் இல்லாமல் ஈயத்தைத் தொழில் துறை வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். ஏனெனில், இது மிகவும் மிருதுவான உலோகம் ஆகும். இது மிகவும் தளர்ந்து வளையும் தன்மை கொண்டதாக விளங்குவதால் இதைக் கம்பிகளாகவும், குழாய்களாகவும் நீட்ட முடிகிறது. எனவே, ஈயக் குழாய்கள் தண்ணீரைக் கொண்டு செல்வதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஈயத்தை அமிலங்களோ அல்லது பிற இரசாயனப் பொருள்களோ தாக்குவதில்லை. கந்தகாமிலம் தயாரிக்கும் முறைகளில் ஒன்றுக்கு 'ஈய அறை முறை' (lead chamber process) என்றே பெயர் வழங்குகிறது. ஈயத்துடன் 'தெல்லுரியம்' (Tellurium) என்ற உலோகத்தைக் கலந்து குழாய்கள் தயாரிக்கிறார்கள். இக் குழாய்கள் உள்ளே இருக்கும் தண்ணீர் 5 தடவை உறைந்த பின்னரே வெடிக்கின்றன.

ஈயம் 327° செ. கி. உஷ்ணத்தில் உருகுகிறது. வெள்ளீயம், பிஸ்மத் (Bismuth) ஆகியவற்றுடனே, வெள்ளீயம், பிஸ்மத், காட்மியம் (Cadmium) ஆகிய உலோகங்களுடனே கலந்தால் இது தண்ணீரின் கொதி நிலை உஷ்ணத்தைவிடக் (100° செ. கி) குறைவான உஷ்ணத்திலேயே உருகுகிறது. எனவே, இக் கலப்பு உலோகங்கள் பலவிதமான பாதுகாப்பான சாதனங்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நெருப்புப் பற்றிக் கொண்டதைத் தானாக அறிவிக்கும் கருவிகள் (automatic fire alarms), தானியங்கி நெருப்

பணக்கும் கருவிகள், கொதிகல பத்திரப் பிளக்குகள் (boiler safety plugs) ஆகியவை இக் கலப்பு உலோகங் களினலேயே செய்யப்படுகின்றன. இத்தகைய சாதனங் களில் உஷ்ணம் பத்திரமான எல்லையைத் தாண்டி அதிகமானல் இவை மின்சாரத் தடையை ஏற்படுத்தி, எச்சரிக்கை ஒலி தருகின்றன.

புத்தகங்கள் அச்சிடுவதற்கான எழுத்துக்கள் ஈயம், ஆன்டிமனி, வெள்ளீயம் ஆகிய உலோகங்களின் கலப்பி லிருந்தே செய்யப்படுகின்றன. இந்த உலோகம் குறைந்த உஷ்ணத்திலேயே உருகுகிறது. இதை எளிதில் வார்க்கலாம். இந்தப் புத்தகமும் இத்தகைய எழுத்துக்களைச் கொண்டே அச்சடிக்கப்பட்டுள்ளது.

கொஞ்சம் உள்ளியத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் ஈயத்தைக் கெட்டியாக்கலாம். ஈய குண்டுகள் இவ்வாறு தான் செய்யப்படுகின்றன. சிறு துப்பாக்கி போன்ற போர்க் கருவிகளுக்கு வேண்டிய குண்டுகள் (bullets) ஈயம், ஆன்டிமனி ஆகியவை கலந்த கலப்பு உலோகத் திலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன.

இயற்கையில் ஈயம் அதன் சல்பைடாகக் கிடைக் கிறது. இதை 'காலெனு' (galena) என்று அழைக் கின்றனர். பௌதீக சம்பந்தமான கல்வி கற்கும் மாணவர்களுக்கு காலெனுவின் படிகங்கள் புதிதல்ல. படிகரேடியோ (crystal radio) செய்வதற்கு இப்படிகங்கள் பயன்படுகின்றன. துத்தநாகம் தயாரிக்கப்படுவது போலவே ஈயமும் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஈய சல்பைடு முதலில் வறுக்கப்படுகிறது. இது இப்போது ஈய ஆக்சை டாக மாறுகிறது. இதன் பின் கரியை இத்துடன் சேர்த்துச் சூடாக்கினல் கரியும் ஆக்சைடும் சேர்ந்து கரியமில வாயு உண்டாகிறது. உலோகம் தனியாகப்

பிரிகிறது. கானடா, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் மெக்சிகோ ஆகிய நாடுகளில் ஈயம் அதிக அளவில் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது.

இது உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்பதால், பூமிக்கு அடியில் புதைக்கப்படும் மின்சார வடங்களையும், டெலிபோன் வடங்களையும் மூடுவதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மின்சாரத்தைச் சேகரித்து வைக்கும் மின் கலங்கள் தயாரிக்க ஈயம் மிக அதிகமாக உபயோகிக்கப் படுகிறது. இத்தகைய மின்கலங்களை மோட்டார் கார் களில் நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். ஆங்கிலத்தில் இதை 'ஸ்டோரேஜ் பாட்டரி' (storage battery) என்பர். இது மோட்டாரைக் கிளப்புவதற்கும், விளக்குகளை எரியச் செய்யவும், மழை பெய்யும் போது முன் புறமுள்ள கண்ணாடியைத் துடைக்கும் சாதனத்தை இயக்குவதற்கும் தேவையான மின்சாரத்தை அளிக்கிறது. இந்த மின்கலங் களில் ஈயம் நேர் மின் துருவமாகவும், எதிர் மின் துருவ மாகவும் வேலை செய்கிறது. நேர் மின் துருவமாக உப யோகப்படும் ஈயக் குழிகளில் ஈய ஆக்சைடு நிரப்பப்படு கிறது. எதிர் மின் துருவமாக உபயோகப்படும் ஈயக் குழிகளில் ஈயத்தூள் நிரப்பப்படுகிறது. மின்கலத்தில் உள்ள திரவம் நீர்த்தகாமிலம் ஆகும். இந்த மின் கலங்களுக்கு மின்சாரத்தை மறுபடி பாய்ச்சிப் புதுப் பித்துக் கொள்ளலாம்.

ஈயம் இப்போது அணுக் கதிர்களிலிருந்து பாது காப்பு அளிப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. கதிர்களை உண்டாக்கும் சாதனங்கள், 'ஐசொடோப்புகள் (isotopes) ஆகியவைகளிலிருந்து நம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளு வது மிகவும் அவசியமாகும். உலோகங்களுக்குள்ளேயே உயர்ந்த அணு எடை கொண்டது ஈயமாகும். கதி வீச்சை கிரகித்துக் கொள்ளும் தன்மை அந்த உலோகத்

தின் அணு எடையைப் பொறுத்தே அமைகிறது. எனவே, 'எக்ஸ்ரே' (xray) சாதனங்களையும், கதிர் வீசக் கூடிய மாதிரிப் பொருள்களையும் (samples) மூடுவதற்கு ஈயம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. கதிர் வீச்சுக் கொண்ட பொருள்களைச் சேகரித்து வைப்பதற்கும், ஓரிடத்தி லிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு அனுப்புவதற்கும் ஈயப் பெட்டிகளே உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

இவ்வுலோகத்தைக் காட்டிலும் இதன் இரசாயனப் பொருள்கள் தொழில் துறையில் அதிகம் உபயோகமா கின்றன. 'டெட்ராயெதில்' (tetraethyl) என்பது ஈயத்தின் ஆர்கானிக் கூட்டுப் பொருளாகும். இது கார்களில் பெட்ரோல் தடை இல்லாமல் எரிவதற்கு உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது.

வெள்ளை ஈயம் என்பது ஈயத்தின் 'அடிப்படை கார்பனேட்' (basic carbonate) ஆகும். வெள்ளை வண்ணப் பொருள் தயாரிப்பதற்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களில் இது இரண்டாவதாகும். எண்ணெய் கலந்த வர்ணங்களில் இது கலந்துள்ளது. இது மிகவும் விஷத் தன்மையுள்ளது. எனவே, குழந்தைகளுக்கான நாற்காலி, மேஜை முதலியவைகளுக்கும், விளையாட்டு சாமான்களுக்கும் இதைக் கொண்டு வர்ணம் பூசக் கூடாது. இது பூசப்பட்ட விளையாட்டு சாமான்களை எதிர்பாராமல் நக்கினாலோ, கடித்தாலோ மரணம் நேரிடக் கூடும்.

'லிதார்ஜ்' (litharge) என்பது ஈயத்தின் மானாக்சைடு ஆகும். இதை ஈயக் கம்மியர் 'சிமெண்டாக' உபயோகிக் கின்றனர். இதை கிளிசரினுடன் (glycerine) சேர்த்தால் கல் போன்ற கெட்டியான பொருளாக ஆகிவிடுகிறது. எனவே, கான்க்ரீட் தரைகளில் குழாய்களைப் பதிப்பதற்கு

இதை உபயோகிக்கிறார்கள். 'மினியம்' (Minium) என்பது மற்றொரு ஈய ஆக்சைடு ஆகும். இது ஒரு பிரகாசமான சிவப்புப் பொடியாகும். இதை எண்ணெயுடன் கலந்து, துருப் பிடிக்காமல் இருப்பதற்காக இரும்பின் மீது பூசுவர். பாலங்களின் இரும்புச் சட்டங்கள், கூறைகள், வேலிகள் ஆகியவற்றின் மீது இதைப் பூசுவதால் அவற்றை உலோக அரிப்பினின்றும் பாதுகாக்கலாம்.

ஈயம் பார்ப்பதற்கு மங்கலாக இருக்கிறது. வலிமையற்றது. மிகவும் குறைந்த உஷ்ணத்திலேயே உருகுகிறது. எனவே, இதை ஒரு தாழ்ந்த உலோகமாகவே கருதி வந்தனர். ஆனால், இன்று இது இல்லாவிடில் மோட்டார், பஸ் முதலியன நகரவே முடியாது. இந்த அணுயுகத்தில் மரணத்தை உண்டாக்கக் கூடிய அணுக் கதிர் வீச்சிலிருந்து நம்மை இதுதான் பாதுகாக்க முடியும். இத்துணை சக்திவாய்ந்தது இந்த உலோகம்.

அரிய உலோகங்கள்

வெள்ளி, தங்கம், செம்பு, வெள்ளீயம், ஈயம் ஆகிய உலோகங்களை நாம் நமது அன்றாட வாழ்க்கையில். நம்மைச் சுற்றிலும், பல உருவங்களில் பார்க்கிறோம். ஆனால், இன்று இன்னும் பல உலோகங்கள் நமக்குப் புதிதாகத் தெரிய வந்துள்ளன. இவைகளை நாம் அவ்வளவு எளிதாகப் பார்ப்பதில்லை. ஆனால், இவை மிகவும் முக்கியமான உலோகங்கள் மற்றெந்த உலோகங்களும் செய்யாத தனிப்பட்ட, மதிப்பு மிக்க சில வேலைகளை இந்த உலோகங்கள் செய்கின்றன. சந்திரனுக்கும், செவ்வாய்க்கும் பிரயாணம் செய்ய வேண்டும் என்ற நோக்கத்துடன் பல ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இப் பிரயாணங்களுக்குத் தனிப்பட்ட ராக்கெட்டுகள் வேண்டும். இதில் செல்பவர்கள் தனிப்பட்ட ஆடைகளை அணிய வேண்டும். இவர்களுக்குத் தேவையான உணவைக் காப்பாற்றி வைக்கத் தனி வகையான பாத்திரங்கள் தேவைப்படுகிறது. இன்று உலகில் பல தொழில்களுக்கும் பெரிய பெரிய தொழிற்சாலைகள் தோன்றியுள்ளன. இவற்றில் உலோகங்களை அளிக்கக் கூடிய பல விதமான இரசாயனப் பொருள்கள் உபயோகிக்கப் படுகின்றன. இப்பொருள்களால் ஏற்படும் உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கக் கூடிய உலோகங்களை நாம் அங்கு உபயோகிக்க வேண்டியிருக்கிறது. இங்குதான் அரிதான சில உலோகங்களைப் பற்றி நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். இவை பூமியில் சில சமயங்களில் தங்கத்தை விடக் குறைவாகக் கிடைப்பதால் இவற்றை அரிய உலோகங்கள் என்று கூறுகிறோம். இத்தகைய உலோகங்கள் சிலவற்றை இப்போது காண்போம்.

1. பெரிலியம் (Beryllium)

இது அணு, ஜெட் யுக உலோகம் என்று கூறப்படுகிறது. இந்த இரண்டு துறைகளிலும் இது முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது மிகவும் லேசான உலோகம். எனவே, மிக வேகமாகச் செல்லும் விமானங்களிலும் ஏவுகணைகளிலும் (Missiles) இதை உபயோகிக்கிறார்கள். இது நியூட்ரான்களைத் (Neutrons) தன் வசம் கவர்ந்து கொள்ளுகிறது. மின் இயக்கம் இல்லாத சிற்றணுத் துகள்களை 'நியூட்ரான்' என்கின்றனர். அணு ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கும் பொறியில் (atomic pile) நியூட்ரான்களைத் தயாரிக்கிறார்கள். ஆனால், இவைகளை ஒரு கட்டுப்பாட்டுக்குள் தயாரிக்க வேண்டும். இல்லாவிடில், இவற்றின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாகி வெடி விபத்தை உண்டாக்கும். இது 'ஹிரோஷிமா' என்ற பட்டணத்தை அழித்த அணுகுண்டுபோல் அழிவைத் தரும். 'நாட்டிலஸ்' (Nautilus) என்ற அணு நீர் மூழ்கிக் கப்பலில் நியூட்ரான்களைக் கவருவதற்கும், அவற்றின் பெருக்கத்தைக் கட்டுப்பாடு செய்வதற்கும் பெரிலியம் உபயோகிக்கப்பட்டது. இந்த உலோகத்திலிருந்தும் நியூட்ரான்கள் வெளிப்படும். 'ரேடியம்' (radium), 'பொலோனியம்' (polonium), 'புளுடோனியம்' இவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீச்சு, பெரிலியத்தைத் தாக்கினால் அது நியூட்ரான்களைத் தருகிறது.

பெரிலியம் மிகவும் விலை அதிகமான ஒரு உலோகமாகும். 1 ராத்தல் பெரிலியம் 20 பவுன் ஸ்டெர்லிங் (sterling) அடக்கமாகிறது. இது கச்சா உலோகத்தின் விலையாகும். சுத்தப்படுத்தப்பட்ட உலோகம் ஒரு ராத்தல் 160 பவுன் விலைக்கு விற்கப்படுகிறது. இந்த உலோகம் இவ்வளவு விலை மதிப்புள்ளதாக இருப்பானேன்? இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு. ஒன்று இது பூமியில் மிகவும் குறைவாகவே கிடைக்கிறது.

இரண்டாவது இதைத் தயாரிப்பதற்கு அதிகம் செலவு செய்து தொழிற்சாலைகளைக் கட்ட வேண்டி இருக்கிறது. இந்த உலோகத்தின் தூளை மிகக் குறைந்த அளவுக்கு மேல், சுவாசிக்கும்போது உள்ளிழுக்க நேரிட்டால் இது நுரையீரல்களைத் தாக்குகிறது எனவே, இதைத் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்வோர் இதை மூச்சு வழியாக உள்ளே இழுத்துக் கொள்வதைத் தடுக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது. இத் தொழிற்சாலைகளில் ஜன்னல்களே கிடையாது. உள்ளே சுழலும் காற்று வடிகட்டப்படுகிறது. புதிதாக வடிகட்டப்படும் காற்று 3 நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை உள்ளே விடப்படுகிறது. அதாவது தொழிற்சாலையில் உள்ள காற்று 3 நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை மாற்றப்படுகிறது. ஒரு மணியில் சுமார் 200 டன் காற்று அப்புறப்படுத்தப்படுகிறது. தொழிலாளர்கள் தனிப்பட்ட ஆடைகளை அணிய வேண்டும். வேலை முடிந்து வெளியே வரும்போது குளித்துவிட்டு வர வேண்டும். இந்த உலோகத்தை வெட்டும் இடங்களிலும், அறைக்கு மிடங்களிலும், மெருகு ஊட்டும் இடங்களிலும் இதன் தூள்களை உறிஞ்சும் குழாய்கள் (Suction pipes) நிறுவப்படுகின்றன. இவை 1 நிமிடத்திற்கு 10000 அடி வேகத்தில் இத் தூள்களை எடுத்துச் செல்லும். சில சமயங்களில் இந்த இயந்திர வேலைகூட மூடிய அறைகளில் செய்யப்படும். இவ்வளவு முன்னெச்சரிக்கை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டி யிருப்பதால்தான் இந்த உலோகம் இவ்வளவு விலை மதிப்புள்ளதாய் இருக்கிறது. எனினும், கதிர்வீச்சுக்களிலிருந்து தொழிலாளர்களைப் பாதுகாப்பது, நியூட்ரான்களின் உற்பத்தியைக் குறைத்தல் ஆகிய இரண்டு வேலைகளும் மிகவும் முக்கியமானதாதலால் அதிகச் செலவைப் பொருட்படுத்துவதில்லை. அணு ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கும் பொறியில் அணுக்களின் வேகம் ஒளியின் வேகத்தில்

சுமார் $\frac{1}{20}$ பாகம் ஆகும். இந்த வேகத்தைச் சாதாரணத் துப்பாக்கி குண்டின் வேகத்திற்கு கொண்டு வர பெரிலியத்துடன் மிகக் குறைந்த தொடர்பு இருந்தால் போதுமானது. இது விகிதக் கணக்கில் கூறப்படுகிறது. ஒரு நியூட்ரானின் வேகம் பத்திரமான எல்லைக்குள் கட்டுப்படுத்தப்படுவதற்கு அது பெரிலியத்தின் அணுக்களுடன் 86 தடவை மோத வேண்டி இருக்கிறது. மிகுந்த வேகமுள்ள நியூட்ரான்களுக்கு எதிரான பாதுகாப்பை இது நமக்கு அளிக்கிறது.

எக்ஸ்ரே கதிர்கள் பெரிலியத்தை ஊடுருவிச் செல்கின்றன. எனவே, இது எக்ஸ்ரே குழாய்களில் ஜன்னல்களாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. இந்த உலோகம் நல்ல கலப்பு உலோகங்களைத் தருகிறது. வெள்ளி கறை பிடிக்காவண்ணம் இது தடுக்கிறது. இது மிகவும் லேசான உலோகம். நீண்டு சுருங்கும் தன்மையுள்ளது. எனவே, ஏவுகணைகள், வேகமான ஜெட் இயந்திரங்கள் போன்ற கருவிகள் தயாரிப்பதற்கு பயன் படுத்தப்படுகிறது.

பெரிலியம் அணு யுக உலோகமாகும். அணு சக்தி தரும் உலோகங்கள் பற்றிய தொழில் நுட்பம் வளர வளர இதன் மதிப்பும் அதிகமாகும் என்பதில் ஐயமில்லை.

காட்மியம் (cadmium)

காட்மியம் ஒரு உப உலோகம் (satellite metal) என்று அழைக்கப்படுகிறது. 'சாட்டலைட்' தயாரிப்பதில் இது உபயோகிக்கப்படுவதால் இப்பெயர் ஏற்பட வில்லை. இது எப்போதும் துத்த நாகம், ஈயம் போன்ற உலோகங்களின் உப உலோகமாகவே கிடைக்கிறது. இந்த இரண்டு உலோகங்களுடனும் சேர்ந்தே இது கிடைக்

கிறது. இது வெள்ளி போன்று வெண்மையானது. மிருதுவானது, எளிதில் இதைக் கம்பியாக நீட்டலாம். இது கிடைக்கும் அளவு துத்த நாகம், ஈயம் ஆகியவை கிடைக்கும் அளவையே பொருத்தது. அதிக அளவில் ஈயம், துத்த நாகம் தோண்டியெடுக்கப் பட்டால் அதிக அளவு காட்மியமும் கிடைக்கும்.

மின்சார முலாம் பூசும் வேலையில் இது மிக அதிக அளவு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இந்த முலாம் பூசப்பட்ட உலோகங்கள் அரிப்பால் பாதிக்கப்படுவ தில்லை. இரும்பு, எஃகு ஆகியவை காட்மிய முலாம் பூசுவதால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. பல விலை மதிப் புள்ள கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்கு இது பயன் படுகிறது. நிக்கலுடனும், செம்புடனும் இதைச் சேர்த்து இரண்டு கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிக்கின்றனர். இவை மோட்டார் கார் தொழில் துறையில் 'பேரிங்குகள்' தயாரிக்கப் பயன் படுகின்றன. 98·65% காட்மியமும், 1·35% நிக்கலும் கலந்த உலோகம் இதற்கு உபயோகிக் கப்படுகிறது. இதை வெள்ளீயம், ஈயம், துத்தநாகம் அல்லது செம்பு இவற்றுடன் கலந்து உலோகங்களை ஒட்ட வைக்கும் பொருள் (solders) தயாரிக்கின்றனர். பாத ரசத்துடன் சேர்ந்து கிடைக்கும் கலப்பு, பல் ஓட்டைகளை அடைக்க உபயோகப்படுகிறது. அணு ஆற்றலைக் கட்டுப் படுத்தி இயக்கும் பொறியில் இது பெரிலியம் போலவே நியூட்ரான்களைக் கவர்ந்து கொள்ளுகிறது. எனவே, யுரேனியத்தின் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கும் பொறியில் இது அதன் சக்தியைக் குறைப்பதற்காக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இதை இன்னும் பல விதங்களில் உபயோகிக்கிறார்கள். மின்சாரத்தைச் சேகரித்து வைக்கும் மின் கலங்கள் (storage batteries) தயாரிக்க இது உபயோகிக்கப்படுகிறது. இந்த மின்

கலங்களில் காட்மியமும் நிக்கலும் இரசாயனப் பொருள் களாகப் பணியாற்றுகின்றன.

காட்மியத்தின் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்கள் நல்ல நிறம் கொண்டவையாக இருக்கின்றன. எனவே, இவை விலை மதிப்புள்ள வண்ணப் பொருளாகப் பயன் படுகின்றன. எலுமிச்சை மஞ்சள் நிற வண்ணப் பொருள் கள், சிவப்பு வண்ணப் பொருள்கள் தயாரிக்க காட்மியம் ஆக்சைடு உபயோகிக்கப்படுகிறது. போட்டோ கலை, கல்லச்சு முறை, செதுக்குக் கலை முதலியவற்றில் காட்மிய உப்புக்களை உபயோகிக்கிறார்கள். பானைகளிலும் பீங்கான் சாமான்களிலும் இருடியம் பூசியது போன்ற பிரகாசம் உண்டாவதற்காகக் காட்மியம் கூட்டுப் பொருள்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. மருத்துவத் துறையிலும் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது. விழிவெண் படலத்தில் (cornea) ஒளி நிழல் படாமை, இமை இணைப் புப் படலத்தின் அழற்சி (conjunctivitis), கண் வலி போன்ற கண் நோய்களுக்கு இதன் சல்பேட்டுகள் அதிகம் உபயோகமாகின்றன.

அடுத்த முறை கடைக்குச் செல்லுகையில் உங்கள் கண்களுக்குக் காட்மியத்தால் செய்யப்பட்ட பொருள்கள் ஏதாவது தட்டுப்படுகிறதா என்று பாருங்கள். அமெரிக்கா போன்ற அபிவிருத்தியடைந்த நாடுகளில் இது மிக அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. சாதாரண மான பல சாமான்கள் காட்மியத்தைக் கொண்டு செய்யப் படுகின்றன.

கொபால்ட் (cobalt)

கொபால்ட் என்னும் பெயர் 'கொபால்டு' (Kobold) என்ற ஜெர்மன் வார்த்தையிலிருந்து பிறந்ததாகும்.

இதற்குப் பிசாசு (devil) என்று பொருள். ஜெர்மனியச் சுரங்கத் தொழிலாளர் இந்த உலோகத்தை விரும்பவில்லை. ஏனெனில், இது விஷத் தன்மை கொண்டது. மேலும் இதன் கனி பார்ப்பதற்கு வெள்ளி போன்று இருப்பினும் கொஞ்சம் கூட வெள்ளி இதிலிருந்து கிடைக்கவில்லை. ஆனால், விமானங்கள் கட்டும் துறையில் இதன் கலப்பு உலோகங்கள் ஒரு பிசாசு செய்யும் வேலையைச் செய்து வருகின்றன. வெள்ளீயத்தை விட 10 மடங்கு அதிகம் இந்த உலோகம் கிடைக்கிறது. ஆனாலும், மக்களுக்கு இதுபற்றி மிகவும் குறைந்த விவரங்களே தெரிந்துள்ளது.

இது 'காதலர் மை' (lovers ink) தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. கொபால்ட் குளோரைடைத் தண்ணீரில் கரைத்து இது தயாரிக்கப்படுகிறது. இக் கரைசல் அநேகமாக நிறமற்றது. இதைக் கொண்டு ஒரு காகிதத்தில் எழுதினால் எழுதிய எழுத்துக்கள் தெரிவதில்லை. ஆனால், இக்காகிதத்தை லேசாகச் சூடாக்கினால் எழுத்துக்கள் நீல நிறத்தில் தெரியும். கொபால்ட் உப்புக்கள் ஈரமாக இருக்கும்போது 'பிங்க்' (pink) நிறத்தில் இருக்கின்றன. இதிலுள்ள தண்ணீர் ஆவியானதும் இவை நீல நிறமாக மாறி விடுகின்றன இத் தன்மையால் இது பல விஞ்ஞானக் கருவிகளில் உள்ள ஈரப் பசையின் அளவை மதிப்பிடுவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது.

நமது உடம்பிலும் கொபால்ட் இருக்கிறது. சமீப காலம் வரை இந்த விவரம் நமக்குத் தெரியாது இருந்தது. மனிதனுடைய கல்லீரலில் காணப்படும் வைட்டமின் பி-12 (B-12) 'ஆண்டி அனீமியா பாக்டர்' (anti aneamia factor) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதில் கொபால்ட் உள்ளது. இது இரத்த சோகையைத் தடுக்கிறது. மனித

னுக்கும், மிருகங்களுக்குமான சத்து உணவுப் பொருள் களில் இது முக்கியமான பொருளாகும். எனவேதான் உணவுச் சத்துக் குறைவால் ஏற்படும் இரத்தச் சோகைக்கு மருந்தாக இது கொடுக்கப்படுகிறது. மனிதனின், மிருகங் களின் வளர்ச்சிக்குக் கொபால்ட் மிகவும் தேவையானது. இது இல் லா விட்ட ா ல் 'புஷ் நோய்' (bush sickness) அல்லது 'உப்பு நோய்' (salt sickness) எனப்படும் நோய் ஏற்படுகிறது.

ஆனல், தொழில் துறையில் இது கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்குத்தான் அதிகம் உபயோக மாகிறது. கொபால்ட்டுக்குக் காந்த சக்தி உண்டு. ஆனல், இது இரும்பைவிடக் குறைவே எனினும் இரும்புடன் சேர்ந்து கலப்பு உலோகம் ஆகும் போது கலப்பு உலோகங்களின் காந்த சக்தி இரும்பை விட அதிக மாகிறது. எனவே, இந்தக் கலப்பு உலோகம் நிலையான காந்தங்கள், மிருதுவான காந்த எஃகுகள் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மிகவும் உயர்ந்த உஷ்ணத்திலும் கொபால்ட் கலப்பு உலோகங்கள் மிகவும் வலிமை கொண்டவையாய் விளங்கு கின்றன. ஜெட் விமானங்கள் ராக்கெட்டுகள், ஏவுகணைகள் ஆகியவை தயாரிப்பதற்கு, மிக அதிக உஷ்ணத்தைத் தாங்கிக் கொள்ளும் இத்தகைய உலோகங்கள் தேவைப் படுகின்றன. இக் கலப்பு உலோகங்களைக் கொண்டு வாயுவின் வேகத்தால் சுழலும் இயந்திரங்கள் (gas turbines), 'ஜெட்' இயந்திரங்கள், 'டெயில் கோன் அசெம்ப்ளீஸ்' (Tailcone assemblies), 'ஆஃப்டர் பர்னர்கள்' (after burners) போன்ற ஜெட் விமானப் பகுதிகள் செய்கிருர்கள். இக் கலப்புகளில் 20 - 65% கொபால்ட் கலக்கப்பட்டிருக்கும்.

மிகுந்த வேகத்தில் சுழலும் வெட்டுக் கருவிகள் கூடக் கொபால்ட் கலப்பு உலோகங்களைக் கொண்டே செய்யப் படுகின்றன.

கொபால்ட்டின் கூட்டுப் பொருள்கள் நல்ல நிற முடையவை. எனவே, பழங்காலத்தில் மஞ்சள், பச்சை, நீல வண்ணப் பொருள்கள், தயாரிப்பதற்கு இது பயன் படுத்தப்பட்டது. நீல நிறமான எனமல், கண்ணாடிகள் ஆகியவை தயாரிப்பதற்குக் கொபால்ட் ஆக்சைடு உப யோகிக்கப்படுகிறது.

கொபால்ட் கலந்திருக்கும் சில கூட்டுப் பொருள் களுக்கு 'கொபால்ட் சோப்புகள்' என்று பெயர் வழங்கி வருகிறது. 'ஸ்டியாரிக் அமிலம்' (stearic acid), 'ஓலிக் அமிலம்' (oleic acid), இவை போன்ற அமிலங்களுடன் கொபால்ட் ஆக்சைடைக் கலப்பதால் கிடைக்கும் உப்புக் களை மேற் கூறியவாறு அழைக்கிறார்கள். ஆளிவிதை எண்ணெய், சோயாபீன்ஸ் எண்ணெய் போன்ற வார்னிஷ் எண்ணெய்கள் விரைவில் உலர்வதற்கு இந்த சோப்புக்கள் உதவி புரிகின்றன. உலோகங்களின் சிறந்த கலவைகள் செய்வதற்குக் கொபால்ட் ஒரு முக்கியமான பொருளாகும்.

புற்றுநோய் சிகிச்சையில் கொபால்ட் கதிர்கள் உபயோகிக்கப்படுவதன் மூலமாகவே மக்கள் இந்த உலோகத்தைப் பற்றி அதிகம் அறியத் தொடங்கி யுள்ளனர். இதன் மூலமே இந்த உலோகம் பிரபல மடைந்துள்ளது என்று கூறலாம். பெரிலியம், காட்மியம் ஆகிய உலோகங்கள் போன்று இந்த உலோகமும் நியூட்ரான்களைத் தன்வசம் கவர்ந்து கொள்ளுகிறது. கதிர் தன்மையுள்ள கொபால்ட், ரேடியத்தைப் போலவே 'காமா கதிர்களை'த் (gama rays) தருகின்றன. எனவே,

விலை அதிகமான ரேடியத்திற்குப் பதிலாகக் கோபால்ட்டை உபயோகித்து மருத்துவம் செய்வதற்கு இப்பொழுது சிறிய ஆஸ்பத்திரிகளாலும் முடியும். ஒரு 'ரியாக்டரில்' ஒரு சிறு கொபால்ட் துண்டைத் தேவையான நேரத்திற்கு வைப்பதன் மூலம், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கொபால்ட் கதிர்களை அடைய முடிகிறது. இதற்கு அதிகம் செலவாவதில்லை.

டெலுரியம் (Tellurium)

பலரும் கேள்விப்பட்டிராத உலோகங்களில் இதுவும் ஒன்று. ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட தொழிலில் இது மிகவும் முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. அத் தொழிற் சாலைகளில் தயாரிக்கும் பொருள்களை நாம் அநேகமாக ஒவ்வொரு நாளும் உபயோகிக்கிறோம். அது என்ன பொருளாக இருக்கும் என்று உங்களால் ஊகிக்க முடிகிறதா? அதுதான் 'டயர்' (Tyres) - மோட்டார்களுக்கு, சைக்கிள்களுக்கு, லாரி, பஸ்களுக்கு வேண்டிய ரப்பர் டயர்கள் தயாரிப்பதற்கு இது மிகவும் முக்கியமான பொருளாகும். இது இயற்கை ரப்பருக்கும் செயற்கை ரப்பருக்கும் 'வல்கனைசிங்' (Vulcanising) ஏஜெண்டாகப் பயன்படுகிறது. டெலுரியம் உபயோகித்துத் தயாரிக்கப்பட்ட ரப்பர் சூட்டையும், அரிப்பையும் மிக அதிக அளவில் எதிர்த்து நிற்கிறது. சாதாரண ரப்பர், தேய்வதனால் ஏற்படும் உஷ்ணத்தால் விரைவில் உபயோகமற்றுப் போய் விடுகிறது. ஆனால், டெலுரியம் கலந்த ரப்பர் உஷ்ணத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதன் காரணமாக, சுரங்கங்களில் பல இடங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லத் தக்க மின்சாரக் கம்பி வடங்களை மூடுவதற்கும், 'கன்வேயர் பெல்ட்டுகள்' தயாரிப்பதற்கும் டெலுரியம் கலந்த ரப்பர் உபயோகிக்கப்படுகிறது. நெய்வேலியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கன்வேயர் பெல்ட்டுகள் ஒரு

நாளைக்கு எவ்வளவு ஆயிரக்கணக்கான டன் பழுப்பு நிலக்கரியை எடுத்துச் செல்லுகின்றன என்பதையும், அதன் மூலம் இவை எவ்வளவு கடினமான உழைப்புக்கு உள்ளாகின்றன என்பதையும் சிந்தித்துப் பார்த்தால் டெலுரியம் கலந்த ரப்பரின் மதிப்பு நமக்கு நன்கு விளங்கும்.

டெலுரியம் வெள்ளி போன்ற வெண்மையான ஒரு உலோகமாகும். இது மத்திய ஐரோப்பாவிலும், ஜப்பானிலும், கந்தகத்தோடு சேர்த்து கிடைக்கிறது. இதை எஃகுடன் கலப்பதால் அதை எளிதில் கம்பியாக நீட்ட முடிகிறது. மின்சார முலாம் பூசும் தொழிலில் முலாம் பூசப்படும் பொருள்கள் அதிகப் பிரகாச முள்ளதாக இருப்பதற்கு இது உபயோகிக்கப்படுகிறது. கண்ணடிகளுக்கு நிறம் கொடுப்பதற்கும் இது பயன்படுகிறது. ஈயத்தின் வலிமையையும், உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கும் தன்மையை அதிகரிப்பதற்கும் இது உபயோகமாகிறது. செம்புடன் இதைக் கலந்து ஒரு கலப்பு உலோகம் தயாரிக்கிறார்கள். இது 'ரேடார்' கருவிகளை இயக்குவதற்கு வேண்டிய உயர்ந்த அளவு 'ஃபிரீக்குவென்சிகளை' (frequencies) உண்டாக்குவதற்கு இது முன்பு உபயோகிக்கப்பட்டது. இது அணு 'ரியாக்டரில்' உபயோகிக்கப்படுகிறது. யுரானிய அணுக்கள் (Fission) பிளக்கப்படும் போது அதிகமாகக் கிடைக்கும் பொருள்களில் டெலுரியமும் ஒன்றாகும். கதிர் வீசும் தன்மையுள்ள (radio active) டெலுரியம், கதிர் வீசும் தன்மையுள்ள அயோடினாக (iodine) மாறுகிறது. இது 'தைராய்டு' (thyroid) வியாதிகளைக் குணப்படுத்துவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது.

எனவே, டெலுரியம் வருங்காலத்தில் மிகவும் அதிகமாக உபயோகப்படும் என்று எதிர் பார்க்கலாம்.

செலினியம் (Selenium)

செலினியம் டெலுரியத்தைப் போன்ற ஒரு உலோகமாகும். இவை இரண்டும் ஏறத்தாழ இரசாயனத் தன்மையில் ஒன்று போல் இருக்கின்றன. கேட்பதற்கு இது ஒரு அரிய உலோகமாகப்பட்டாலும் இதன் உபயோகத்தை நாம் நாள்தோறும் பார்க்கிறோம். இதைக் கண்ணாடியுடன் கலந்தால் பிரகாசமான சிவப்பு நிறம் கண்ணாடிக்கு ஏற்படுகிறது. இத்தகைய கண்ணாடிகளை மோட்டார், லாரி போன்ற வாகனங்களின் பின் புறமுள்ள விளக்குகளில் உபயோகிக்கிறார்கள். இக் கண்ணாடிகளின் நிறந்தான் அங்கு சிவப்பாகத் தெரிகிறது. தெருக்களில் போக்கு வரவைக் கட்டுப்பாடு செய்யும் எச்சரிக்கை விளக்குகளிலும் (signals) இக் கண்ணாடியை உபயோகிக்கிறார்கள். இந்தச் சிவப்பு விளக்கைக் கண்டதும் நாம் நமது வாகனங்களை நிறுத்தி விடுகிறோம். அவ்வாறு வாகனங்களை நிறுத்துவதற்கு 'பிரேக்கை' (break) அழுத்தும் போது வண்டிகளின் பின் புறமுள்ள சிவப்பு விளக்குகள் பிரகாசமாக எரிந்து, பின்னால் வரும் வண்டிக்காரர்களுக்கு நாம் வண்டியை நிறுத்தப் போகிறோம் என்று எச்சரிக்கை செய்கிறது. இந்த உலோகத்திற்கு இதைக் காட்டிலும் சிறந்த உபயோகங்கள் சில இருக்கின்றன. இது 'போட்டோ எலக்ட்ரிக் செல்களில்' (photo electric cells) உபயோகிக்கப்படுகிறது. மேல் நாடுகளில் வீட்டு வாயிலை ஒரு மனிதன் நெருங்கியதும் தானாகவே திறந்து கொள்ளும் கதவுகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. மனிதன் இக் கதவின் அருகில் நெருங்கும் போது இந்த 'செல்லின்' மீது விழும் வெளிச்சத்தை மனிதனுடைய உருவம் தடை செய்கிறது. இதன் மூலம் அங்குள்ள மின்சார ஓட்டம் தடைப்படுகிறது. தடைப்பட்ட மின்சார ஓட்டம் அக் கதவுகளைத் திறக்கிறது. இந்த

போட்டோ எலக்ட்ரிக் செல்லில் செலினியத்தின் விசேஷ மான தன்மை பயன்படுகிறது. செலினியம் மின்சாரத்தைக் கடத்துகிறது. ஆனால், இது மின்சாரத்தைக் கடத்தும் சக்தி இதன் மீது எவ்வளவு வெளிச்சம் விழுகிறதோ அதைப் பொறுத்தது. இந்த ஆச்சரியமான தன்மையைத் தான் 'போட்டோ மின்சாரம்' (photo electricity) என் கிறார்கள். போட்டோ எடுக்கும் கலையில் வெளிச்சத்தை அளக்கும் கருவிகள் (light meters) தயாரிப்பதற்கு இத் தன்மைதான் பயன்படுகிறது. போட்டோ எலக்ட்ரிக் செல் தற்போது மிகவும் சர்வ சாதாரணமாக உபயோகிக் கப்பட்டு வருகிறது.

செலினியம் விஷத் தன்மையுள்ள ஒரு உலோகம். சில தாவரங்கள் மண்ணிலிருந்து செலினியத்தை உறிஞ்சிக் கொள்ளுகின்றன. இத் தாவரங்களைச் சாப்பிட்டால் மிருகங்கள் குருடாகின்றன அல்லது இறந்து போகின்றன. இந்த வியாதி 'பிளைண்டு ஸ்டாகர்ஸ்' (blind staggers) எனப்படுகிறது.

டிடானியம் (Titanium)

உலகில் நிறையக் கிடைக்கும் உலோகங்களில் டிடானியமும் ஒன்று. செம்பைப்போல் 600 மடங்கு அதிகமான டிடானியம் உலகில் இருக்கிறது. ஆனால், செம்பைப் பற்றி அனைவரும் அறிவர். டிடானியம் என்று உலோகம் இருப்பதே பலருக்கும் தெரியாது. இதனால் தான் இதை ஒரு அரிய உலோகம் என்று குறிப்பிடு கிறோம். இதைச் சமீப காலத்திலேயே உபயோகிக்கத் தொடங்கியுள்ளனர். இந்தியாவில் இந்த உலோகக் கனி நிறையக் கிடைக்கிறது. எனவே, இதைப் பற்றியும், இதன் மதிப்பைப் பற்றியும் இதன் உபயோகங்கள் பற்றி யும் நாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது மிக அவசியமா

கிறது. திருவாங்கூரின் கடற்கரையில் கறுப்பு நிற மணலாக இவ்வுலோகக் கனி கிடைக்கிறது. உலகத் திற்கே அதிகமாக, இக்கனியை நாம் இங்கிருந்து அளிக்க முடியும். இக்கனி 'இல்மெனைட்' (ilmenite) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்துதான் இந்த உலோ கத்தைப் பிரித்து எடுக்கிறார்கள். இக்கனி நிறைய அளவு நம் நாட்டில் இருப்பது நமது அதிட்டமேயாகும். டிடா-னியம் இன்றும், என்றும் மிகவும் உபயோகமுள்ளதாக விளங்கும். இந்த உலோகத்தை 1948-ம் ஆண்டுதான் தயாரிக்கத் தொடங்கினர். இதைத் தயாரிக்கத் தொடங்கி இன்னும் 20 ஆண்டுகள் கூடப் பூர்த்தியாகாத போதிலும், மனித குலத்திற்குத் தெரிந்த உலோகங் களுள் மிகவும் விலைமதிப்புப் பெற்றவற்றுள்ளுள் இதுவும் ஒன்று என்பது நிரூபணமாகியுள்ளது.

இது ஒரு லேசான உலோகம். இரும்பைப்போல் பாதிப் பங்குதான் கனங்கொண்டது. ஆனால், அதைப் போல் இரண்டு பங்கு இழுவலிமை (Tensile strength) கொண்டது. உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கக்கூடிய சக்தி வாய்ந்தது. இத்தகைய தன்மைகளால் இது விமானத் தொழில் துறையில் அதிகம் உபயோகிக்கப் படுகிறது.

இந்த உலோகத்தை வீரியமுள்ள அமிலங்கள் பாதிப் பதில்லை. கொதிக்கும் நைட்ரிக் அமிலம், குரோமிக் அமிலம், சோடியத்தின் 'குளோரைடு', 'குளோரைட்', 'குளோரேட்' ஆகிய கரைசல்கள் இதை பாதிப்பதில்லை. இக்காரணத்தால் இரசாயனக் கிரியைகள் நடைபெறும் சாதனங்கள், மின்சார முலாம் பூசுவதற்குத் தேவையான திரவங்கள் போன்ற அமிலத்தை உபயோகிக்கும் தொழில் துறைகளில் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது. மனிதனுடைய உடலில் எலும்பு அறுவை சிகிச்சை

செய்யும் போது இந்த உலோகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதை உடம்பிலுள்ள அமிலங்கள் பார்ப்பதில்லை. மேலும், உடலிலுள்ள உயிருள்ள 'திசுக்கள்' (tissues) இந்த உலோகத்துடன் விரைவில் ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன.

மிக அதிகமான உயரத்தில் அதிக வேகமாகப் பறக்கும் விமானங்களில் உராய்வினால் அதிக உஷ்ணம் ஏற்படுகிறது. இந்த உஷ்ணம் விமானத்தின் உடலை மூடியுள்ள பகுதியை எளிதில் தாக்குகிறது இந்நிலையில் மற்ற கலப்பு உலோகங்கள் பாதிக்கப்படலாம். ஆனால், டிடானியமும் அதன் கலப்பு உலோகங்களும் இத்தகைய உஷ்ணம் ஏற்படும்பொழுது அதிக வலிமை கொண்டவையாக விளங்குகின்றன. இதனால் ஜெட் விமானங்களின் இயந்திரங்கள் செய்வதற்கு இது அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. DC-7 'சூப்பர் கான்ஸ்டலேஷன்' (Super Constallation) விமானத்தில் இயந்திரத்தின் பாகங்கள் செய்வதற்கும், நெருப்புத் தடைச் சுவர்கள் (fire walls) அமைப்பதற்கும் டிடானியம் உபயோகிக்கப்பட்டது.

டிடானியத்தின் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களும் தொழில் துறையில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இந்த உலோகத்தின் சுத்தப்படுத்தப்பட்ட கனி 'ரூட்டைல்' (rutile) எனப்படுகிறது. இது அந்த உலோகத்தின் ஆக்சைடு ஆகும். 'ரூட்டைல்' வண்ணப் பொருள்கள் தயாரிப்பதற்குப் பெருமளவில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. பெயிண்டுகள், வார்னிஷ்கள், காகிதம், தரை விரிப்பு, ரப்பர், துணிமணி, அச்சு மை ஆகியவை தயாரிக்கும் தொழில் துறையில் இந்த வண்ணப் பொருள்கள் மிகுதியாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

காகிதத்தை நீண்ட நாள் சேமித்து வைத்தால் அது பழுப்பு நிறமாக மாறத் தொடங்கி விடுகிறது இதைத்

தடுப்பதற்கும், காகிதத்தை வெண்மையாகவும், பிரகாச மாகவும் வைத்திருப்பதற்கெனவும் டிடானியம் டையாக் சைடு ஒரு 'நிரப்பி'யாக (filler) உபயோகப்படுகிறது. பீங்கான் தயாரிக்கும் தொழிலில் பீங்கான் பாத்திரங் களின் பளபளப்பு மங்காமல் இருப்பதற்கும் டிடானியம் டையாக்சைடு உபயோகிக்கப்படுகிறது. சில செயற்கை இரத்தினக் கற்களும் (gems) இதிலிருந்து செய்யப்படு கின்றன.

டிடானியம், குளோரினுடன் சேர்ந்து 'டிடானியம் டெட்ரா குளோரைடு' (titanium tetrachloride) என்னும் கூட்டுப் பொருளைத் தருகிறது. இது காற்றிலுள்ள நீராவியுடன் கிரியை புரியும்பொழுது வெண்மையான புகையைத் தருகிறது. எனவே, விமானத்திலிருந்து புகை மூலம் எழுத்துக்களை எழுதி (smoke letters) விளம்பரம் செய்வதற்கு இதை உபயோகிக்கிறார்கள் 'பாலி எதிலின்' (polyethylene), 'பாலிஆல்கிலீன்' (polyalkylene) இவை களை அடிப்படையாகக் கொண்ட 'பிளாஸ்டிக்குகள்' தயாரிப்பதற்கு இதைக் கிரியா ஊக்கியாக உபயோகிக் கிறார்கள்.

ஆர்கானிக் கூட்டுப் பொருள்கள் அடங்கிய டிடானியம், துணிகளைத் தண்ணீர் உறிஞ்சாவண்ணமும், நெருப்புப் பிடிக்காவண்ணமும் செய்கிறது. எனவே, பருத்தி ஆடைகள், செயற்கைத் துணிகள் ஆகியவை இத்தகைய கூட்டுப் பொருள்களைக் கொண்டு வேலை செய்யப்படுகின்றன. இதனால் அத்துணிகள் தண்ணீ ராலும், நெருப்பாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பேரியம் டிடானேட் (barium titanate) நல்ல ஒரு 'ட்ரான்ஸ்ட்யூசர்' (transducer) ஆக விளங்குகிறது அதா வது ஒலிச் சக்தியை மின்சாரமாகவும், மின்சாரத்தை

ஒலிச் சக்தியாகவும் மாற்றுகிறது. எனவே, இது 'அல்ட்ராசானிக்' (altrasonic) அதிர்ச்சிகள் உண்டாக்குவதற்கும், ஒலியை மின்சாரமாக்குவதற்கும் உபயோகப்படுகிறது.

நாளைய உலகில் இந்த உலோகத்திற்கு இன்னும் பல உபயோகங்கள் இருக்குமென்பது திண்ணம். 60–70 ஆண்டுகளுக்கு முன் அலுமினியம் எந்த நிலையில் இருந்ததோ அந்த நிலையில் இன்று டிடானியம் இருக்கிறது.

டான்டலம் (Tantalum)

இதுவும் பலரும் அறியாத ஒரு அரிய உலோகமாகும். இதன் இரசாயனத் தன்மையினுல் இது மிகவும் மதிப்பு வாய்ந்ததாக ஆகிறது. சாதாரண சீதோஷ்ண நிலையில் எந்த இரசாயனப் பொருளும் இதைத் தாக்குவதில்லை. 'ஹைட்ரோஃபுளோரிக்' அமிலம் (hydrofloric acid) ஒன்று தான் இதைத் தாக்குகிறது. இத்தகைய தன்மையால் இது தற்போது மருத்துவத் துறையில் மிக அதிகமாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. நமது உடம்பில் எலும்பைப் பொருத்துவதற்கான தகடு, திருகு ஆணிகள், ஊசிகள் ஆகியவை செய்வதற்கு இதை உபயோகிக்கின்றுர்கள். வயிற்றுப் புறத்துத் தசை நார்கள் பலம் குன்றி விட்டால் அந்த இடத்துக்கு ஆதரவு தருவதற்காக டான்டலம் கம்பி வலை அங்கு பொறுத்தப்படுகிறது.

இந்த உலோகம் வாயுக்களைக் கவர்கிறது. மிகவும் உயர்ந்த உஷ்ண நிலையில்தான் உருகுகிறது. எனவே, 'எலக்ட்ரானிக்' (electronic) சாதனங்களில் மின் துருவ முனைகளை இந்த உலோகத்தால் தயாரிக்கிருர்கள். இதை மிகவும் அதிகமான உஷ்ணத்திற்குச் சூடாக்கினுல் நிறைய 'எலக்ட்ரான்களை' வெளி விடுகிறது.

ரேயான், நைலான், டெக்ரான் ஆகிய செயற்கைத் துணிகள் தயாரிப்பதற்கு வேண்டிய நூல், இவைகளைத் தயாரிப்பதற்கு வேண்டிய கச்சாப பொருளை, மிகவும் சிறிய துவாரங்களின் மூலம் வேகமாகச் செலுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. இச் சிறு துவாரங்கள் கொண்ட கருவிக்கு 'ஸ்பின்னரெட்' (spinneret) என்று பெயர். இவை நல்ல வலுவுள்ளவையாகவும், நீடித்து உழைக்கக் கூடியவையாகவும் இருக்கவேண்டும். இந்த 'ஸ்பின்னரெட்டுகள்' டான்டலத்தைக்கொண்டே தயாரிக்கப் படுகின்றன.

சில தனிவகையான 'லென்ஸ்கள்' (lenses) தயாரிப்பதற்கு டான்டல ஆக்ஸைடு உபயோகிக்கப்படுகிறது. மிக உயரத்திலிருந்து, விமானத்திலிருந்து புகைப்படம் எடுப்பதற்கு இந்த லென்சுகள் தேவைப்படுகின்றன. U-2 விமானத்தில் பொருத்தப்படும் காமிராக்களில் இந்த லென்சுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அணு 'ரியாக்டரில்', சில பரிசோதனைகளின் போது, யுரேனியம், பிஸ்மத் ஆகிய உலோகக் கலவையைச் சேகரித்து வைப்பதற்கு வேண்டிய பாத்திரங்கள் செய்ய டான்டலம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

ரோடியம் (Rhodium)

இதுவும் ஒரு அரிய உலோகமாகும். இது ஒரு மதிப்பான உலோகமாகும். இரசாயனப் பொருள்களால் தாக்கப்படாமல் இருக்கும் உலோகங்களை மதிப்பான உலோகங்கள் என்று கூறுவர். தங்கம், வெள்ளி ஆகியவை சில இரசாயனப் பொருள்களால் தாக்கப்படுகின்றன. ஆனால், ரோடியம், பிளாட்டினம் போன்ற உலோகங்கள் இதையும் எதிர்த்து நிற்க வல்லன. வெள்ளிப் பாத்திரங்

கள் கறை பிடிக்காமல் இருப்பதற்காக அவற்றின் மீது ரோடிய முலாம் பூசப்படுகிறது. இது அப் பாத்திரங்களை எப்பொழுதும் பளபளப்பாகவும், மின்னுவதாகவும் வைக்கிறது இவ் வேலைக்கு ரோடியம் அதிகமாக உபயோகமாகிறது. கெட்டியான, எப்பொழுதும் பிரகாசமான, உபயோகத்தால் தேயாத மேற் பரப்புக் கொண்ட உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்கு இது உபயோகமாகிறது. மின்சார முலாம் பூசுவதன் மூலம் மிகவும் லேசாகப் பாத்திரங்களின் மேல் இதைப் படிய வைக்கலாம். இவ்வாறு முலாம் பூசப்பட்ட பொருள்கள், கண்ணாடிகள், ஒளியைப் பிரதிபலிக்கும் சாதனங்கள் செய்வதற்கு உபயோகமாகின்றன. நகைகளை ஒப்பனை செய்வதற்கும் இது உபயோகமாகிறது.

இது மிக அதிகமான உஷ்ணத்தையும் தாங்கிக் கொள்ளுகிறது. எனவே, தொழில்துறை உலைகளுக்கு வேண்டிய கம்பிச் சுருள்கள் செய்வதற்கும் (furnace winding), உலோக மூசைகள் தயாரிப்பதற்கும் இதைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

இதைப் பிளாட்டினத்துடன் சேர்த்தால் உயர்தரமான கலப்பு உலோகம் கிடைக்கிறது. பிளாட்டினத்துடன் 10% ரோடியத்தைக் கலந்து இதைத் தயாரிக்கிறார்கள். இக் கலப்பு உலோகம் உறுதியானதாகவும், வலிமையானதாகவும், உலோக அரிப்பை எதிர்த்து நிற்பதாகவும் இருக்கிறது. இதைக்கொண்டு 'தெர்மோகப்பிள்கள்' (thermocouples) செய்கிறார்கள் செயற்கைத் துணிமணிகள் செய்வதற்கு வேண்டிய 'ஜெட்டுகள்' தயாரிக்கவும் இதை உபயோகிக்கிறார்கள். நார்க் கண்ணாடிகள் (fibre glass) தயாரிக்க இது மிகவும் அவசியமானதாகும். நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிப்பதற்கு இந்தக் கலப்பு உலோகம் கிரியா ஊக்கியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. கிரியா ஊக்கிகள் தொழில்துறைக்கு மிகவும்

முக்கியமான பொருள்களாகும். கிரியா ஊக்கிகளின் மூலமாகத்தான் நாம் பல இரசாயனப் பொருள்களைத் தயாரிக்க முடிகிறது. கிரியா ஊக்கிகள் இல்லாவிட்டால் இப் பொருள்களைத் தயாரிக்க முடியாது அல்லது மிகுந்த இடையூறுகளுக்குமேல்தான் இவைகளைத் தயாரிக்க முடியும்.

இது போன்று பலரும் அறியாத சில உலோகங்கள் இருக்கின்றன. இத்தகைய உலோகங்களும் நமக்குப் பல துறைகளில் பயன்படுகின்றன. இப்பொழுது அலுமினியம், இரும்பு ஆகியவை எவ்வளவு பிரசித்திபெற்றதாக இருக்கின்றனவோ அவ்வளவு இந்த உலோகங்களும் விரைவில் பிரபலம் அடையும் என்று எதிர்பார்க்கலாம்.

யுரேனியம் - ப்ளூடோனியம் - தோரியம்

சக்தி தரும் உலோகங்கள்

யுரேனியம்

யுரேனியம் 1789-ம் ஆண்டு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதற்கு 8 ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் 'யுரேனஸ்' (uranus) என்னும் கிரகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எனவே, இந்த உலோகத்திற்கு யுரேனியம் என்று பெயர் சூட்டப்பட்டது. சுமார் 150 வருஷங்கள் வரை இந்த உலோகம் அதிகமாக உபயோகிக்கப்படவில்லை. வண்ணக் கண்ணாடிகள் தயாரிப்பதற்கும், அமோனியா தயாரிப்பதற்கு ஒரு கிரியா ஊக்கியாக மட்டுமே இது பயன் பட்டு வந்தது. அணு சக்தி கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நாள் முதலாக அணுசக்தித் துறையில்தான் இது மிகவும் அதிகமாக உபயோகமாகிறது. வேறு எந்த வேலைகளுக்கும் இந்த உலோகம் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை என்றே கூறலாம். 1942-ம் ஆண்டுக்கு முன்பு இந்த உலோகம் இதிலிருந்து ரேடியத்தைப் பிரித்தெடுப்பதற்காகவே தோண்டி எடுக்கப் பட்டது. அணுசக்தி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு இந்தக் கனி யுரேனியம் தயாரிப்பதற்கு மட்டுமே தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது. தோண்டி எடுக்கப்படும் கனியில் ரேடியம் இல்லாமல் போனாலும், கிடைக்கும் யுரேனியமும் மிகவும் குறைவாக இருப்பினும் யுரேனியத்திற்காக இது தோண்டி எடுக்கப்பட்டு மேல் வேலை செய்யப்படுகிறது. அணுசக்தி மனித வாழ்க்கையின் போக்கையே மாற்றி அமைத்துவிட்டது. இந்தக் கதையின் கதாநாயகன் யுரேனியம் ஆகும்.

வெள்ளியையும் பாதரசத்தையும் விட அதிகமான யுரேனியம் பூமியில் புதைந்துள்ளது. எதிர்கால உலகின் செழிப்புக்கு இது நிச்சயம் வழி வகுக்கும். 3 மிலியன் இராத்தல் கரியை எரிப்பதால் அல்லது 200,000 காலன்கள் (gallons) பெட்ரோலை எரிப்பதால் கிடைக்கும் சக்தி ஒரு இராத்தல் 'யுரேனியம் ஐசோடோபி'லிருந்து (Uranium isotope) கிடைக்கிறது. இந்தச் சக்தி அவ்வளவும் மின்சாரமாக மாற்றப்படலாம் என்ருல், இதன் சக்தி நன்ருக விளங்கும். இனி, இந்த உலோகம் பூமியில் எப்படிக் கிடைக்கிறது, எங்ஙனம் உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது, சக்தி தருவதைத் தவிர, வேறு எவ் வழிகளில் இது பயன்படுகிறது என்பதைக் காண்போம்.

அதிக அளவு யுரேனியம் கலந்துள்ள கனி 'பிட்ச் பிளண்டு' (Pitchblende) எனப்படுகிறது. இது ஆப்பிரிக்காவில் பெல்ஜியம் காங்கோவில் மிக அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. யுரேனியக் கனியில் வேறு சில உலோகங்களும் இருக்கின்றன. இவையும் தொழில் துறைக்கு மிகவும் முக்கியமானவை. யுரேனியம் கனியை மிதப்பு முறை மூலமாகப் (floatation process) பிரித்தெடுக்கிருர்கள். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட யுரேனியம் கந்தகாமிலம் போன்ற அமிலங்களில் கரைக்கப்படுகிறது. கரையாத பொருள்களை வடிகட்டி அப்புறப்படுத்தி விடுவார்கள். இதன் பிறகு, யுரேனியக் கரைசலில் அமோனியா அல்லது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கலக்கப் படுகிறது. இதன் மூலம் யுரேனியம் வீழ் படிவாகப் பிரிகிறது. இவ்வாறு கிடைத்த வீழ் படிவு யுரேனியம் குளோரைடாக மாற்றப்பட்டு, மின் பகுப்பு முறை மூலம் யுரேனியம் தனியே பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. யுரேனியம் ஒரு கனமான உலோகமாகும். ஆனல், வலிமையற்றது. இதற்கு இரும்பு அல்லது அது போன்று கட்டட வேலைகளுக்கு உபயோகமாகும் மற்ற உலோகங்களைப் போன்ற

வலிமை கிடையாது. இது இரசாயனப் பொருள்களுடன் மிகவும் விரைவில் கிரியைகள் புரிகிறது. எனவே, அணு 'ரியாக்டரில்' (Reactor) இந்த உலோகத்தை உபயோகிப் பது ஒரு பிரச்சினையாக இருக்கிறது. அதிகமான உஷ்ணத் துடன் இந்த உலோகம் தொடர்பு கொள்ளும்போது காற்றிலிருந்தும், ஈரப் பசையிலிருந்தும் இதைக் காப் பாற்ற வேண்டி இருக்கிறது. எனவே, அணு 'ரியாக்டரில்' இந்த உலோகம் அலுமினியம் போன்ற மற்ற உலோகங் களால் செய்யப்பட்ட உறைகளுக்குள் வைக்கப்படுகிறது. இங்கு இது நியூட்ரான்களுடன் சேருவது ஒரு முக்கிய மான வேலையாகும். எனவே, நியூட்ரான்கள் யுரேனியத் துடன் வேலை செய்வதற்கு வசதி செய்து தரவேண்டி இருக்கிறது. ஆனால், காட்மியம் அல்லது 'போரான்' (Boron) போன்ற சில அழுக்குகள் நியூட்ரான்களைத் தின்று விடுகின்றன. எனவே, ரியாக்டர்களில் உப யோகிக்கப்படும் யுரேனியம் மிகவும் சுத்தமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், யுரேனியம் நியூட்ரான்களுடன் சேருவது ஒரு அளவுக்கு மீறினால், அங்கு பெரிய வெடி விபத்து ஏற்படுகிறது. இத்தகைய வெடி விபத்துதான் ஹிரோஷிமா, நாகசாகி என்ற இரண்டு ஜப்பானிய ஊர்களையும் இரண்டாம் உலக யுத்தத்தில் அடியோடு அழித்தது. ரியாக்டருக்குள் உற்பத்தியாகும் நியூட்ரான் களைக் கட்டுப்பாட்டுக்குள் வைக்க வேண்டுமென்பது இதனால் தெரிகிறது. இது காட்மியத்தை உபயோகிப் பதன் மூலம் சாத்தியமாகிறது. காட்மியம், நியூட்ரான் களை விருப்பத்தோடு கவர்கிறது என்று முன்பே பார்த்தோம். அலுமினியப் பெட்டகத்துக்குள் வைக்கப் பட்டிருக்கும் யுரேனிய உலோகக் கம்பியுடன், சரியான அளவு நியூட்ரான்கள் கிரியை செய்வதால், அணுக்களைக் கட்டுப்பாட்டுக்குள் பிளக்க முடிகிறது. இதன் மூலம் உஷ்ணம் உண்டாகிறது. இந்த உஷ்ணத்தை நீராவியை உற்பத்தி செய்வதன் மூலம் மின்சாரமாக மாற்றலாம்.

யுரேனியம் வேருெரு வழியிலும் உபயோகமாகிறது. இது தோரியம் என்ற உலோகத்தை 'யுரேனிய ஐசடோப்பாக' மாற்றுகிறது. இது தோரியத்தைவிடச் சிறந்த அணு எரிபொருளாகும். எனவே, யுரேனியம் நிறையக் கிடைக்காத நாடுகளில், தோரியம் நிறையக் கிடைக்குமேயானுல், அதை யுரேனியத்தின் ஐசடோப்பாக மாற்றி, அணு ரியாக்டரில் நல்ல எரிபொருளாக உபயோகிக்கலாம். இந்தியாவில் தோரியம் நிறையக் கிடைக்கிறது. ஆனுல், யுரேனியம் மிகக் குறைவாகவே கிடைக்கிறது. எனவே, அணுசக்தி தயாரிப்பதற்கு நாம் இந்த முறையையே மேற்கொள்ள வேண்டும். நம் நாட்டில் அமைக்கப்படவிருக்கும் அணுசக்தி நிலையங்களில் இந்த முறையே இனிப் பின்பற்றப்படும் என்று எதிர் பார்க்கலாம்.

தோரியம்

பிரன்ச் விஞ்ஞானியான 'ஹென்றி பெகோரால்' (Henri Becauerel) *1896*-ம் ஆண்டு நன்கு பாதுகாக்கப் பட்ட புகைப்படப் பிளேட்டை யுரேனியப் படிகங்கள் தெளிவற்றதாக்குகின்றன என்று கண்டு பிடித்தார். *1964*–ல் இதே பரிசோதனையைத் தோரியம் உப்புக்களைக் கொண்டு நாம் செய்ய முடியும். ஏனெனில், தோரியமும் கதிர்வீசும் தன்மையுடையது. தோரியம் நைட்ரேட் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு அதில் காயங்களுக்குக் கட்டும் வலைத் துணியை முக்கி எடுப்போம். அல்லது தோரியம் நைட்ரேட் கரைசலை ஏதாவது ஒரு பொருளின் மீது பூசுவோம். பிறகு, இதை உலர வைத்தால் தோரியம் உப்பு அதன் மீது படிகிறது. பிறகு, அந்த வலைத் துணியை அல்லது அந்தப் பொருளை ஒரு புகைப்படப் பிளேட்டின் மீது இருட்டில் வைப்போம். இதைப் பல நாட்களுக்கு

விட்டு வைத்த பின் எடுத்துக் கழுவிப் பார்த்தால் வலைத் துணி அல்லது நாம் வைத்த பொருளின் உருவம் அங்கு பதிந்திருப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து தோரியம் அணுக்கதிர்களைத் தருகிறது என்பதும், யுரேனியத்தை விடக் குறைவாகவே கதிர்களைத் தருகிறது என்பதும் தெரியவருகிறது.

தோரியத்தை சமீப காலத்தில்தான் அணுசக்தி தயாரிக்க உபயோகிக்கத் தொடங்கினர். ஆனால், 1885-ம் ஆண்டிலேயே இப்பொழுது நாம் 'பெட்ரோமாக்ஸ்' விளக்குகளில் உபயோகிப்பது போன்ற வெண்சுடர் வீசி எரிகின்ற மெல்லிய ஒளித்திரை வலைகள் செய்வதற்கு (Mantles) உபயோகித்துள்ளார்கள். இத்தகைய ஒளித் திரை வலைகள் செய்வதற்கு இப்பொழுது பல ஆயிரக் கணக்கான இராத்தல் தோரியம் உபயோகிக்கப் படுகிறது. மின்சார பல்புகளில் ஒளிவிட்டு எரியும் டங்ஸ்டன் கம்பி தயாரிப்பதில் தோரியமும் கலக்கப் படுகிறது.

மிகுந்த உஷ்ண நிலையில் உபயோகப்படும் பீங்கான் பாத்திரங்கள் தயாரிப்பதற்குத் தோரியம் ஆக்சைடு பயன் படுகிறது. எலக்ட்ரானிக் குழாய்களிலும், போட்டோ செல்களிலும் தனிப்பட்ட பற்ற வைக்கும் குழாய்களிலும் (welding tubes) தோரியம் அல்லது இதனுடைய ஆக்சைடு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. காற்றில்லாத வெற்றிடத் தில் மற்ற உலோகங்களிலுள்ள அழுக்கை அகற்று வதற்கும் இது பயன்படுகிறது.

மக்னீஷியத்துடன் கொஞ்சம் தோரியத்தைக் கலந்து உலோகக் கலவை தயாரிக்கிறார்கள். இது இலேசானது. ஆனால், மிகுந்த உஷ்ணத்திலும் வலிமையாக இருக்கக்

கூடியது. இந்தக் கலப்பு உலோகம் விமான இயந்திரங்கள் செய்வதற்கும், விமானத்தின் உடலை அமைப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. வருங்காலத்தில் அணுசக்தி தயாரிப்பதற்குத்தான் தோரியம் அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்தப்படும். முன்பு நாம் பார்த்தது போல், யுரேனியம், தோரியத்தை, யுரேனியம் 233 ஆக மாற்றுகிறது. தற்போது பூமியில் கிடைக்கும் தோரியத்தையும், அது அணுசக்தி தயாரிக்க உபயோகப்படுவதையும் கருத்தில் கொண்டு கணக்கிட்டதில் உலகத்தில் கிடைக்கும் யுரேனியம், நிலக்கரி, பெட்ரோல் இவை எல்லாவற்றிலிருந்தும் கிடைக்கும் சக்தியைவிடத் தோரியத்தில் இருந்து அதிக சக்தி பெறலாம் என்பது தெரிய வந்துள்ளது.

தோரியத்தினுடைய முக்கியமான கனி 'மோனசைட்' (Monazite) ஆகும். இது இந்தியாவில் திருவாங்கூர் கடற்கரையிலும் பிரேசில், சிலோன் ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது. இந்தக் கனி மணலாகவே கிடைக்கிறது. மணலிலிருந்து பௌதீக முறையிலும் இந்தக் கனியைப் பிரித்தெடுக்கிறார்கள். அமிலத்தில் கரைத்து இந்த உலோக கரைசலைத் தனியாகப் பிரித்து, வீழ் படிவாக்கி, அதனுடைய ஆக்சைடாகவோ நைட்ரேட்டாகவோ உலோகத்தைப் பெறுவது மற்றொரு வழி ஆகும். அணுசக்தி தயாரிப்பதற்கும், பெட்ரோமாக்ஸ் விளக்குகளுக்கு வேண்டிய ஒளித்திரை வலை செய்வதற்கும் தவிர, இந்த உலோகத்திற்கு மிக அதிகமான உபயோகம் இல்லை.

புளூடோனியம்

புளூடோனியம் ஒரு செயற்கை உலோகம் என்றே சமீப காலம் வரை கருதப்பட்டு வந்தது. ஏனெனில், இது பூமியில் கிடைப்பதில்லை. யுரேனியத்தை செயற்கை

முறையில் புளூடோனியமாக மாற்றி வந்தார்கள். யுரேனியம் 238-ஐ நியூட்ரான்களுடன் சேர வைக்கும்போது அங்குள்ள நியூட்ரான்கள் யுரேனியத்தால் கவர்ந்து கொள்ளப்பட்டு யுரேனியம் 239 தருகிறது. இது எலக்ட்ரான் தரும் புளூடோனியமாக மாறுகிறது. யுரேனியம் 235 உபயோகப்பட்டது போல் புளூடோனியமும் அணுசக்தி தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஜப்பானில் நாகசாகி என்ற ஊரில் இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்தின் போது வீசப்பட்ட அணுகுண்டு புளூடோனியத்திலிருந்தே தயாரிக்கப்பட்டது. அணு ரியாக்டரில் யுரேனியத்திலிருந்து இந்த உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் போது சில நாட்கள் ரியாக்டரை வேலை செய்யாமல் நிறுத்தி வைப்பார்கள். இதன் பிறகு, யுரேனியக் கம்பிகள் அதிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு இரசாயன முறை மூலம் புளூடோனியம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

யுரேனியம், புளூடோனியம், தோரியம் இவை மூன்றும் வருங்கால உலகத்தின் செழிப்பைக் கட்டியம் கூறி நிற்கின்றன. இதே உலோகங்கள் மனித சமுதாயத்தையே அழித்துவிடும் ஆற்றல் பெற்றவை. இவை நல்ல முறையில் சமாதான நோக்கத்துக்காகவே பயன்படுத்தப்பட்டால் இன்னும் பல நூற்றுண்டுகளுக்கு நமக்குத் தேவையான சக்தியைப் பற்றிக் கவலைப்பட வேண்டிய அவசியமில்லை.

வெள்ளி - தங்கம் - பிளாட்டினம்

மதிப்புள்ள உலோகங்கள்

சரித்திரம் தோன்றிய நாள் முதல் வெள்ளியும், தங்கமும் மதிப்பு மிக்க உலோகங்களாக விளங்கி வந்துள்ளன. இதன் காரணமாகவே, மதிப்பு மிக்க செயல்களைக் கொண்டாடும்போது அவற்றைத் தங்கம், வெள்ளி இவற்றுடன் இணைக்கிறோம். வெள்ளி விழா, தங்க விழா, பிளாட்டின வீழா என்று பல விழாக்கள் கொண்டாடுவதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இந்த உலோகங் களின் மதிப்பும், உயர்வும் மேலே கூறியவாறே அதிக மாகிறது. இவற்றை 'விழா உலோகங்கள்' என்றே அழைக்கலாம். இவற்றின் ஒலி, பளபளப்பு, சுத்தம், இரசாயனத் தடை ஆற்றல், ஆகிய தன்மைகளும், மிகவும் குறைவாகவே பூமியிலிருந்து இவை கிடைப்பதுமே நாணயங்கள் செய்வதற்கு இவைகளைத் தேர்ந்தெடுப் பதற்குக் காரணமாக விளங்கி வந்துள்ளன. உலகத்தி லுள்ள ஒவ்வொரு நாட்டின் சரித்திரத்தையும் ஆராய்ந் தால், அந் நாட்டின் செல்வச் செழிப்பிற்கும், நாணயப் புழக்கத்திற்கும் இந்த உலோகங்கள் எவ்வளவு தூரம் காரணமாக இருந்திருக்கின்றன என்பது தெரியவரும். இரும்பையும், அலுமினியத்தையும் போல் வெள்ளியும், தங்கமும் தொழில் துறையில் உபயோகமாவதில்லை என்பது வியக்கத்தக்க ஒரு உண்மையாகும். இருப் பினும், பல நூற்றாண்டுகளாக மனிதன் தங்கத்தை தேடுவதில் காலத்தைப் பெரிதும் கழித்து வந்துள்ளான். பூமியிலிருந்து தோண்டி எடுத்த இந்த உலோகங்களை

மறுபடியும் தங்கள் பெட்டியில் வைத்துப் பூட்டுவதற்காக, அல்லது மறைவிடங்களில் புதைத்து வைப்பதற்காக மனிதன் அன்றும், இன்றும் பாடுபட்டு வருகிருன் என்பது உண்மை. செல்வச் செழிப்பின் எடுத்துக்காட்டாக விளங்கும் இவ்வுலோகங்கள் வேறு எவ்வகைகளில் மனிதனுக்குப் பயன்படுகின்றன என்பதை அறிய இவை பற்றி சில விஷயங்களை அறிந்துகொள்ள வேண்டும்.

வெள்ளி

கிருஸ்து பிறப்பதற்குப் பல நூற்ருண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே வெள்ளியின் மதிப்பு அனைவருக்கும் தெரிந்து வந்துள்ளது. கி.மு. 3600-ம் ஆண்டில் எகிப்து நாட்டை ஆண்ட 'மெனஸ்' (Menes) என்ற அரசன் வெள்ளி, தங்கத்தைப் போல் $\frac{2}{5}$ மடங்கு மதிப்பு உள்ளது என்று வெள்ளியின் மதிப்பை நிர்ணயித்தான். இதிலிருந்து தங்கத்திற்கும், வெள்ளிக்கும் இடையே இருந்த மதிப்பு அன்றே நிர்ணயிக்கப்பட்டது என்பது தெரிய வருகிறது. பண்டை காலம் தொட்டு இன்றுவரை உலகில் மொத்தம் 18 பில்லியன் அவுன்ஸ் வெள்ளி தயாரிக்கப்பட்டுள்ளதாக மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. நினைத்துப் பார்க்கும்போது இது வியப்பை அளிக்கிறது. இதில் $\frac{1}{3}$ பாகம் மனிதனல் இழக்கப்பட்டது. $\frac{1}{3}$ பாகம் எப்பொழுதும் பூட்டி வைக்கப் பட்டிருக்கிறது. மீதி, வெள்ளி சாமான்களாகவும், வெள்ளிக் கூட்டுப் பொருள்களாகவும் புழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது.

வெள்ளி உண்மையிலேயே ஒரு அபூர்வ உலோக மாகும். ஏனெனில், உலகில் தோண்டி எடுக்கப்படும் மற்ற உலோகங்களோடு, ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது 63-வது இடம்தான் இதற்குக் கிடைக்கிறது. இப்பொழுது

ஆண்டு ஒன்றுக்கு 9,000 டன் வெள்ளி உற்பத்தி செய்யப் படுகிறது. மெக்ஸிகோவில் 46 மிலியன் அவுன்ஸ்களும், ரஷ்யாவில் 25 மிலியன் அவுன்ஸ்களும், கானடாவில் 24·2 மிலியன் அவுன்ஸ்களும், பெருவில் 23 மிலியன் அவுன்ஸ் களும், ஆஸ்திரேலியாவில் 15 மிலியன் அவுன்ஸ்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றது. வெள்ளி தயாரிக்கும் நாடுகளில் இவையே முக்கியமானவை. இதில் முக்கால் பாகம் பிற உலோகங்களை எடுக்கும்போது ஒரு உடன்விளை பொரு ளாகவே கிடைக்கிறது. வெள்ளி, வெள்ளியாகவே சில இடங்களில் கிடைத்த போதிலும், பெரும்பாலும் இது வெள்ளி சல்பைடு ஆகவும், வெள்ளிக் குளோரைடாகவும் தான் கிடைக்கிறது. வெள்ளி சல்பைடை 'அர்ஜன்டைட்' (Argentite) என்று கூறுவர். வெள்ளி குளோரைடை 'கொம்பு வெள்ளி' (Horn Silver) என்பர்.

தூளாக்கப்பட்ட வெள்ளிக் கனி, சோடியம் சயனைட் திரவத்தில் கரைக்கப்படுகிறது. பின்னர், இக்கரைசலில் துத்தநாகத்தைப் போட்டு வேலை செய்வர். இப்போது வெள்ளி தனியே பிரிந்துவிடும். வெள்ளியைக் கனியி லிருந்து பிரித்தெடுப்பதற்கு இப்பொழுதும் இந்த முறையே பின்பற்றப்படுகிறது. இனி, வெள்ளி எங்ஙனம் உபயோகமாகிறது என்பதைப் பார்ப்போம். புகைப்படத் தொழிலுக்கு வெள்ளி இன்றியமையாததாகும். வெள்ளி இல்லாவிட்டால் புகைப்படத் தொழிலே இல்லை. வெள்ளி யின் இரசாயனப் பொருள்களான வெள்ளி 'அயோடைடு' (Iodide), வெள்ளி புரோமைடு (Bromide), வெள்ளி குளோரைடு (Chloride) ஆகியவை வெளிச்சத்தினல் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவைகளை வெளிச்சத்தில் வைத் திருந்தால் வெள்ளியாகவே மாறிவிடும். வெள்ளி அயோ டைடு அல்லது புரோமைடைப் பிரகாசமான வெளிச்சத் தில் நீண்ட காலம் வைத்தால் இவை வெள்ளியாக மாறு

வதைப் பார்க்கலாம். குறுகிய காலத்திற்கு வெளிச்சம் படும்படி வைத்தால் இவை முற்றிலும் வெள்ளியாக மாறுவதில்லை. இந்தத் தன்மைதான் புகைப்படத் தொழிலில் வெள்ளியை உபயோகத்திற்குக் கொணர்ந்துள்ளது. வெள்ளி புரோமைடைக் காட்டிலும், வெள்ளி அயோடைடு வெளிச்சத்தால் விரைவில் பாதிக்கப்படுகிறது. எனவே, வெள்ளி புரோமைடையும், அயோடைடையும் கலந்து வெவ்வேறு வித அளவு வெளிச்சங்களில் பாதிக்கப்படக் கூடிய புகைப்பட 'பிலிம்கள்' (Films) தயாரிக்கலாம். இது தான் வேகமான, மந்தமான, பிலிம்களுக்கு அடிப்படையாகும். வெள்ளி புரோமைடும், அயோடைடும், 'ஊன் பசையும்' (Gelatin) கலக்கப்பட்டு ஒரு கண்ணடித் தகட்டிலோ அல்லது 'செலுலோஸ் நைட்ரேட்' (Cellulose Nitrate) அல்லது 'செலுலோஸ் அஸிட்டேட்' (Cellulose Acetate) சுருள்களிலோ பூசப்படுகிறது. இது உலர்ந்ததும் தீர்வு செய்யப்படுகிறது. இதுதான் நாம் கேமிராக்களில் உபயோகப்படுத்தும் பிலிம்கள் ஆகும். இது புகைப்படப் பிலிம் தயாரிப்பதின் ஒரு எளிய விளக்கமாகும். ஆனல், உண்மையில் சிக்கலான பல வேலைகள் இம்முறையில் உண்டு. வெள்ளி 'ஹலைடு' (Halide) கூட்டுப் பொருளின் தூள்களின் கன அளவு அவை வெளிச்சத்தால் பாதிக்கப் படுவதை வித்தியாசப்படுத்துகிறது. தூள்கள் பெரிதாக இருந்தால் வெளிச்சத்தால் விரைவில் பாதிக்கப்படுகிறது. புகைப்பட பிலிம் வெளிச்சத்தால் பாதிக்கப்படுவதைத் தான் அதனுடைய வேகம் என்று நாம் குறிப்பிடுகிறோம்.

உயர்ந்த அளவு மின்சாரத்தைக் கடத்துவதற்கு வெள்ளி தகுதியான ஒரு உலோகமாகும். உஷ்ணத்தையும் மின்சாரத்தையும் மிக விரைவில் இது கடத்துகிறது. இது ஒரு அரிய உலோகமாக இருப்பதால்தான் மின்சாரக் கம்பிகள் செய்வதற்கு இதைப் பயன்படுத்துவதில்லை.

500 டிகிரீ செண்டி கிரேட் உஷ்ணத்தில் இயங்கும் மின்சார மோட்டார்களின் மின் கம்பிச் சுருள் (Windings) செய்வதற்கு வெள்ளி உபயோகப்படுகிறது. இது ஆக்சைடாக மாறுவதில்லை. அதாவது, மிக அதிகமான உஷ்ணத்திலும் பிராணவாயுவுடன் இது கிரியை புரிவதில்லை. அதிக உஷ்ணத்தில் செம்பு எளிதில் அரிக்கப் படுகிறது. இந்த உலோக அரிப்பை விமானங்களில் எண்ணெயை எரிபொருளாக மாற்றும் இடத்தில் காணலாம். எனவே, இத்தகைய விமானங்களில் மின்சார 'சுவிச்சுகள்' முதலியன செய்வதற்கு வெள்ளி அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. மின்சாரத்தை விரைவில் கடத்தும் காரணத்தால் மின் பகுப்பு முறையில் உலோகங்களைப் பிரிப்பதற்கும் இது பயன்படுகிறது.

இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்தின்போது மக்னீஷியம் தயாரிக்கும் ஒரு தொழிற்சாலையில் அதிக அளவு மின்சாரத்தை எடுத்துச் செல்வதற்காகப் பெரிய வெள்ளிக் (Bars) கட்டிகளை அமெரிக்கா உபயோகித்தது. இதற்கான வெள்ளி 'நாக்ஸ்' (Fort Knox) என்னும் கோட்டையில் சர்க்காரின் வெள்ளிச் சேமிப்புக் கிடங்கிலிருந்து கடன் வாங்கப்பட்டது. சண்டை முடிந்ததும் வெள்ளிக் கட்டிகள் சர்க்காருக்குத் திருப்பித் தரப் பட்டன. வெள்ளிக்குப் பதிலாக மறுபடி செம்பு உபயோகிக்கப்பட்டது.

வெள்ளியின் கூட்டுப் பொருள்கள் மிகவும் விஷமானவை. இருப்பினும், அவற்றுள் சிலவற்றை மிகுந்த கவனத்துடன் மருந்துகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துகிறார்கள். உதாரணமாக, 'ஆர்ஜிரால்' (Argyrol) என்பது வெள்ளியும், புரதமும் (Protein) கலந்த ஒரு மருந்தாகும். இது கிருமிகளை அழிக்க வல்லது. இதைக் கண், மூக்கு, தொண்டை ஆகிய இடங்களில் ஏற்படும்

நோய்களைக் குணப்படுத்த உபயோகிக்கிறார்கள். குழந்தை பிறந்தவுடன் அதன் கண்களை வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலைக் கொண்டு சுத்தப்படுத்துவார்கள். இல்லாவிடில், குழந்தை பிறக்கும்போது தாயார் மேக நோயால் பாதிக்கப்பட்டிருந்தால் (Venereal Infection) குழந்தை குருடாகிவிடும். வெள்ளியின் எல்லாக் கூட்டுப் பொருள்களும் வெள்ளி அயோடைடு போலவே வெளிச்சத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை வெளிச்சத்தில் வைத்தால் வெள்ளியாக மாறிவிடும். இதன் காரணமாகத்தான் இப் பொருள்களை வர்ணக் கண்ணாடி பாட்டில்களில் வைக்கின்றனர். வெள்ளியின் கூட்டுப் பொருள்கள், மனிதன் தோல்களுடனும் கிரியை புரிகிறது. இவை கையிலோ, உடலிலோ பட்டால் கறுப்பு நிறமான நிரந்தரக் கறை அங்கு ஏற்படும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டே அழிக்க முடியாத மைகள் தயாரிப்பதற்கு வெள்ளியின் கூட்டுப் பொருள்கள் உபயோகப்படுகின்றன.

புகைப்பட பிலிம் தயாரிப்பதில் மட்டுமல்லாமல் செயற்கை மழை உண்டாக்குவதற்கும் வெள்ளி அயோடைடு உபயோகமாகிறது. ஆகாயத்தில் நீராவியினால் நிரம்பி, தங்களிடம் இருக்கக் கூடிய ஈரத்தை மழையாகத் தருவதற்குத் தயாராக இருக்கும் மேகங்களுக்கு, மழையைத் தருவதற்கு ஒரு தூண்டுகோல் வேண்டி இருக்கிறது. இந்தத் தூண்டுகோல் ஒரு மையக் கருவாக (Nuclei) அமைகிறது. அதைச் சுற்றி நீர்த் திவலைகள் படிகின்றன. இவை பின்னர், மழைத் துளிகளாக பூமியை அடைகின்றன. செயற்கை மழை உண்டாக்குவதற்காக, விமானத்தில், வெள்ளி அயோடைடை எடுத்துச் சென்று, மேகத்தினிடையே தெளிப்பர். இது மையக் கருவாக அமைந்து மழையைப் பொழிவிக்கின்றது.

வெள்ளி போன்ற ஒரு உலோகம் புகைப்படத் தொழில், மருத்துவத்துறை, செயற்கை மழை தருதல் ஆகிய துறைகளில் மனித குலத்துக்குத் தொண்டாற்று வது நம்மை வியப்பில் ஆழ்த்தும் செயல் அல்லவா ?

தங்கம்

தங்கத்தை மனிதன் என்று கண்டு பிடித்தானே அன்றிலிருந்து இன்றும் அவன் பல கஷ்டங்களையும் பொறுத்துக்கொண்டு அதைத் தேடுவதில் ஈடுபட்டுள் ளான். தங்கம் கிடைத்ததாலேயே பல புதிய நாடுகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் மேற்கு பாகம், தென் ஆப்பிரிக்கா ஆகிய பிரதேசங்கள் இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக நிற்கின்றன. இரசவாத வித்தை (Alchemy) மூலம் மட்டமான உலோகங்களை தங்க மாக்குவதற்கு வழி தேடப்பட்டதே அன்றி, மனிதனை வாட்டி வந்த பிற துன்பங்களைப் போக்க வழி தேடப்பட வில்லை, தங்கத்தின் சக்தி அத்தகையதாக இருந்தது. இன்றும் உலக நாடுகளின் நாணயங்களின் மதிப்பு தங்கத்தைக் கொண்டே மதிப்பிடப்படுகிறது. உதாரண மாக, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு எந்த நாட்டிலிருந்தும் ஒரு அவுன்ஸ் தங்கத்தை 35 டாலர் விலைக்கு வாங்குகிறது. இதன் மூலம் அமெரிக்காவின் நாணய மதிப்பும் நிர்ண யிக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது, ஒரு அவுன்ஸ் தங்கம் இருந்தால் 35 டாலர் அமெரிக்க நாணயம் நமக்குக் கிடைக்கும் என்று ஒவ்வொரு நாட்டுக்கும் தெரியும். இதனால்தான் மற்ற நாடுகள் தங்கள் நாட்டு நாணயத்தின் மதிப்பை அதிகரிக்க அல்லது குறைக்க உலக மார்க் கெட்டில் தங்கத்தை விற்கவோ, வாங்கவோ முயற்சி செய்கின்றன.

உலகில் தங்கம் எங்கு கிடைக்கிறது? எப்படிக் கிடைக்கிறது? எப்படி இது பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது,

சுத்தப்படுத்தப்படுகிறது, நகைகளாகச் செய்யப்படுகிறது என்ற கேள்விகளுக்கு விடை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

தங்கம் இரசாயனப் பொருள்களால் அநேகமாக பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே, இது பூமியில் தனி உலோகமாகவே கிடைக்கிறது. உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான சிக்கலான பல முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பிருந்தே தங்கம் உபயோகத்தில் இருந்து வந்துள்ளது என்றால், அது தனி உலோகமாகக் கிடைப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் (Andes) மலையில் வாழும் இந்தியர் தங்கத்தால் ஆன கோடாரி, கத்தி, முதலிய ஆயுதங்களை உபயோகித்து வந்தனராம். இரும்பு முதலியவற்றைப் பற்றி அறிந்து, அவற்றைப் பிரிப்பதைவிடத் தங்கத்தை உபயோகிப்பது அவர்களுக்கு அத்துணை எளிமையாய் இருந்தது.

பாறைகளிலும், நதியின் மணலிலும் தங்கம் சிறுசிறு மணலாகக் கிடைக்கிறது. இதை வண்டல் 'மண் தங்கம்' (Alluvial Gold) என்பர். இது பற்றிய விபரம் கி.மு. 1000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே மனித குலத்திற்குத் தெரிந்திருந்தது. ஆற்று மணலைச் செம்மறியாட்டுத் தோல்லி போட்டு அலசித் தங்கத்தை எடுத்து வந்தனர். இவ்வாறு அலசும்போது கனமான தங்கம் ஆட்டு மயிர்களுக்கு இடையே அடியில் தங்கிவிடும். லேசான மணல் தண்ணீரால் அடித்துச் செல்லப்படும். இந்த முறையே பின்பு தென் ஆப்பிரிக்காச் சுரங்கங்களில் பின்பற்றப் பட்டது. இதற்கு 'ப்ளேசர் மைனிங்' (Placer Mining) என்று பெயர். இம்முறையில் தங்கம் இருக்கும் மணலில் தண்ணீரை லேசாகப் பாய்ச்சுவார்கள். தண்ணீர் மணலை அடித்துச் செல்லும். தங்கம் படுகையில் தங்கிவிடும்.

துத்தநாகம், ஈயம், செம்பு, ஆகிய உலோகங்களைப் பிரிக்கும்போது தங்கம் ஒரு உடன் விளைபொருளாகக் கிடைக்கிறது. உலகில் கிடைக்கும் தங்கத்தில் $\frac{1}{4}$ பாகம் இவ்வாறே பெறப்படுகிறது. சில இடங்களில் பாறைகளி லிருந்து பெறப்படும் தங்கம் சோடியம் சயனைடு கொண்டு கரைக்கப்பட்டுப் பிரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு கரைக்கப் பட்ட தங்கத்தை; துத்தநாகம் போன்ற மட்டமான உலோகத்தை உபயோகித்துப் பிரித்தெடுப்பர். இந்த முறை 'சயனைடு முறை' (Cyanidation) எனப்படுகிறது.

கடல் தண்ணீரிலும் நிறையத் தங்கம் இருக்கிறது. ஒரு கன மைல் கடல் தண்ணீரில் 5 மிலியன் இராத்தல் தங்கம் இருப்பதாக மதிப்பிட்டிருக்கின்றனர். இதைக் கருத்தில் கொண்டு முதல் மகா யுத்தத்திற்குப் பிறகு, பிரிட்ஜ் ஹாபர் (Fritz Haber) என்னும் ஜெர்மானியர், தனது நாடு நேச நாடுகளுக்கு அளிக்க வேண்டியிருந்த யுத்த நஷ்ட ஈட்டுத் தொகையை, கடலிலிருந்தே தங்கத்தைப் பிரித்து எடுத்துக் கொடுத்து விடலாம் என்று முடிவு செய்து, தங்கத்தைப் பிரித்தெடுத்தார். ஆனால், இவ்வாறு எடுக்கப்பட்ட தங்கத்தின் விலை சாதாரணத் தங்கத்தின் விலையைப் போல் 5 மடங்கு அதிகமாக இருந்தது!

தங்கத்தின் சுத்தத்தை எவ்வாறு அளக்கிறார்கள் என்று தெரியுமா? தங்கத்தின் சுத்தத்தைக் காரட் (Caret) என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். சுத்தமான தங்கம் என்பது 24 காரட் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே, 22 காரட் தங்கம் என்பது 24 பாகத்தில் 22 பாகம் சுத்தமான தங்கமும் 2 பாகம் வேறு உலோகமும் கலக்கப்பட்ட கலப்பு உலோகம் என்று பொருள்படும். இதே போல் 14 காரட் தங்கத்தில், 14 பாகம் சுத்தமான தங்கமும், 10

பாகம் வேறு உலோகமும் கலந்திருக்கிறது. சுத்தமான தங்கம் மிருதுவானது. எனவே, இதைக் கொண்டு அன்றாட உபயோகத்திற்குத் தேவையான வலிமையுள்ள பொருள்களைச் செய்ய முடியாது. இதனால்தான், தங்கத்துடன் வெள்ளி, செம்பு, போன்ற உலோகங்களைக் கலக்கிறார்கள். சில சமயங்களில் துத்தநாகம், காட்மியம், நிக்கல், ஆகிய உலோகங்களும் தங்கத்துடன் கலக்கப்படுகின்றன. நிக்கல், துத்தநாகம் அல்லது 'பல்லாடியம்' அல்லது வெள்ளி இவற்றுடன் தங்கத்தைக் கலந்து செய்யப்படும் கலப்புத் தங்கத்தை 'வெள்ளைத் தங்கம்' என்பர். தங்கத்துடன் வெள்ளி அல்லது காட்மியத்தைக் கலந்து தயாரிக்கப்படும் தங்கத்திற்கு 'பச்சைத் தங்கம்' என்று பெயர். தங்கத்தை எந்த உருவுக்கு வேண்டுமானாலும் அடித்து, நீட்டி, வளைக்க முடிகிறது. என்வேதான், நுட்பமான வேலைப்பாடுகள் அமைந்த நகைகள் செய்வதற்குத் தங்கத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். இது உலோக அரிப்புக்கு உள்ளாவதில்லை. எனவே, பல்லில் ஓட்டையை மூடுவதற்குத் தங்கத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். தங்கப் பல் கட்டிக் கொண்டவர்களை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள்!

உலகத்தில் இதுவரை எடுக்கப்பட்ட தஙகத்தை எல்லாம் ஒரே இடத்தில் சேகரித்து அதை ஒரு கட்டியாகச் செய்தால் 40 கன அடி கொண்ட ஒரு பெரிய கட்டியாகும். இத்தனை தங்கமும் இப்பொழுது எங்கே இருக்கிறது. நகைகளாகவும், சில கோயில்களின் கோபுரங்களை மூடிய தகடுகளாகவும், அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ஆப்பிரிக்கா, போன்ற நாடுகளில் சேமிப்பு அறைகளிலும் தங்கம் பத்திரமாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்ற உலோகங்களையும் அவற்றின் கலப்பு உலோகங்களையும் போல் தங்கம் தொழில் துறையில்

உபயோகப்படுவதில்லை. இருப்பினும், இது ஒரு மதிப்பு வாய்ந்த அரிய உலோகமாகவே விளங்கி வருகிறது. மனிதன் இன்றும் இதைச் சேகரிப்பதிலும், இதைத் தன் வசம் இருத்திக் கொள்வதிலும் ஆசை கொண்டுள்ளான். இந்த ஆசையே அவனுடைய ஆக்கத்திற்கும், அழிவிற்கும் காரணமாக அமைகிறது.

பிளாட்டினம்

பிளாட்டினம் மற்றொரு அரிய உலோகமாகும். இது தங்கத்தைப்போல் சுமார் 100 மடங்கு அரியது. அதாவது உலகில் கிடைக்கும் தங்கத்தைவிட 100 பங்கு குறைவாகவே இது கிடைக்கிறது. இது ஒன்றே பிளாட்டினம் ஒரு அரிய உலோகம் என்பதற்குப் போதிய சான்றாகும். இது சில உயர்ந்த தன்மைகள் கொண்ட ஒரு உலோகமாகும். இத்தன்மைகளால் இது தொழில் துறையில் மிகவும் உபயோகமாகிறது: இதை எந்த அமிலமும் கரைக்க முடியாது. காற்றில் எந்தவிதமான உஷ்ண நிலையிலும் இது பிரகாசமாகவே விளங்குகிறது. பாதரசம் கூட இதைக் கரைப்பதில்லை. ஆனால், தங்கம் பாதரசத்தில் கரைந்து விடுகிறது.

தங்கத்தைப் போலவே இது தனி உலோகமாக பூமியில் கிடைக்கிறது. எனவே, பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே மக்கள் இந்த உலோகத்தைப் பற்றி அறிந்து இருந்தனர். தென் அமெரிக்காவில் ஈக்குவேடார் (Ecuador) என்னும் நாட்டைச் சேர்ந்த இந்தியர்கள் பிளாட்டினத்தால் ஆன சிறு அணிமணிகள் செய்து உபயோகித்து வந்தனர். கொலம்பியாவில் வண்டல் மண்ணில் இது தங்கத்துடன் கிடைக்கிறது. கொலம்பியா பிளாட்டின உலோகத்தை நிறையப் பெற்ற ஒரு பிரதேசமாகும். ரஷ்

யாவில் யூரல் மலைத்தொடரில் தங்கத்தோடு நிறைய அளவு பிளாட்டினம் கிடைக்கிறது. பிளாட்டினக் கனியுடன் செம்பு, நிக்கல், தங்கம் போன்ற உலோகங்கள் சேர்ந்து இருக்கும். இக்கனி பிளாட்டினத்திற்காக மட்டுமே தோண்டி எடுக்கப்படுவதில்லை. உலகில் கிடைக்கும் பிளாட்டினத்தில் பாதி கானடாவிலுள்ள ஒன்டாரியோ மாகாணத்திலிருந்து கிடைக்கிறது. அங்கு இது செம்புடனும் நிக்கலுடனும் சேர்ந்து ஆர்செனைடு (arsenide) ஆகக் கிடைக்கிறது. தென் ஆப்பிரிக்காவிலும் இது நிறைய எடுக்கப்படுகிறது.

தொழில் துறையில் இது பல வகைகளில் உபயோகமாகிறது. பிளாட்டினத்தூள் அல்லது பிளாட்டினத்தூள் படிய வைக்கப்பட்ட அலுமினியம், 'அஸ்பெஸ்டாஸ் போன்றவை இரசாயனத் தொழில் துறையில் சிறந்த கிரியா ஊக்கியாக உபயோகப்படுகின்றன. இரசாயனக் கிரியையின் போது எந்தப் பொருள், மிகக் குறைந்த அளவில் இருந்தபோதிலும் தான் எந்தவிதமான இரசாயன மாற்றமும் அடையாமல் இரசாயனக் கிரியை உண்டாக்குகிறதோ அதற்குக் கிரியாஊக்கி என்று பெயர். தொடுமுறையில் கந்தகாமிலம் தயாரிப்பதற்குப் பிளாட்டினம் ஒரு சிறந்த கிரியா ஊக்கியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. அமோனியாவை பிராணவாயுவுடன் கலந்து நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிப்பதிலும் இது பங்கு பெறுகிறது. இங்கும் இது ஒரு கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்கிறது. எண்ணெய் சுத்திகரிப்பு நிலையங்களிலும் இது கிரியா ஊக்கியாகப் பணியாற்றுகிறது. அங்கு இது கல்எண்ணெய் (gasoline) தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. பார்மால்டிஹைடு (formaldehyde) என்னும் இரசாயனப் பொருள் 'பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பதற்கு ஒரு பொருளாக உபயோகப்படுகிறது. இந்த பார்மால்டிஹைடு, பிளாட்டினத்தைக் கிரியா ஊக்கி

யாக உபயோகித்து 'மெதனலை'ப் (Methanol) பிராண வாயுடன் சேரச் செய்வதின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

பிளாட்டினம் அதிக வீரியம் கொண்ட எந்த அமிலத்தாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆதலால் கந்தகாமிலத்தை வீரியம் கொண்டதாகச் செய்வதற்குத் தேவையான பாத்திரங்கள் பிளாட்டினத்தால் செய்யப்படுகின்றன. மின் பகுப்பு முறை மூலம் குளோரின் தயாரிப்பதற்கு இது நேர் மின் துருவமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. வெள்ளீயம், நிக்கல், முலாம் பூசும் இடங்களிலும் இது நேர் மின் துருவமாக வேலை செய்கிறது. இந்த முலாம் பூசுவதற்கான அமிலத்தில் இது கரையாது. எதிர்மின் துருவங்களாக அமையும் உலோகங்கள் தான் கரையும்.

உருகிய கண்ணாடியும் இதைத் தாக்குவதில்லை. எனவே, இது நார் கண்ணாடி (fiber glass), கண் கண்ணாடி (optical glass) ஆகியவை தயாரிப்பதில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. உயர்ந்த உஷ்ணத்திலும் இது பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதால் அதிக அளவு உஷ்ணத்தை அளக்கும் உஷ்ணமானிகள், தெர்மோகப்பிள்கள் (thermocouples) ஆகிய பொருள்களும், உஷ்ணத்தை அளப்பதற்கும், கட்டுப்பாடு செய்வதற்கும் தேவையான சில துறைகளிலும் இது உபயோகமாகிறது.

செயற்கை ரேயான் தயாரிக்கும் போது அதற்கான பிசுபிசுப்பான கலவை மிகச் சிறிய துவாரங்களின் மூலமாக அழுத்தத்துடன் வெளியே செலுத்தப்படுகிறது. இந்த அழுத்தத்தின் காரணமாகவும், மெல்லிய துவாரத்தின் வழியே வெளியே வருவதன் காரணமாகவும் ஒரே சீரான ரேயான் இழைகள் கிடைக்கின்றன. இந்த

இயந்திரங்களுக்கு 'ஸ்பின்னரெட்' என்று பெயர். பிளாட்டினக் கலப்பு உலோகம் கொண்டு இந்த இயந்திரங்கள் செய்யப்படுகின்றன. இவை நீண்ட நாள் உபயோகத்திற்குப் பிறகும் தேய்வதில்லை.

அமெரிக்காவில் 1906-ம் ஆண்டிலிருந்தே பிளாட்டின நகைகள் பிரபலமடைந்துள்ளன. இது பளபளப்பான தோற்றமும், நல்ல வலிமையும், சிறந்த பொறியியல் தன்மைகளும் கொண்டிருப்பதால் வைரத்தைப் பதிக்கும் தொழிலில் மோதிரங்கள், 'புரோச்சுகள்', ஆகியவை செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

இது பிராண வாயுவுடன் சேருவதில்லை. காற்றில் உள்ள கந்தகத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதன் காரணமாக இலட்சக்கணக்கான மின்சார 'சுவிச்சு'களில் இது உபயோகமாகிறது. இவ்வளவு உபயோகம் இருந்தும் மிகக் குறைந்த அளவு பிளாட்டினத்தையே நாம் உபயோகித்து வருகிறோம். உபயோகிக்கும் அளவோ குறைவு! தொழில் துறையில் இது செய்யும் சாதனைகளோ மிகப் பெரிது. தற்காலத் தொழில் நுட்பத் துறையில் மிக மதிப்பு வாய்ந்த ஒரு அரிய உலோகம் இது என்பதற்கு ஐயம் ஏதும் உண்டோ?

பாத ரசம்

திரவ உலோகம்

பாதரசத்தின் பளபளப்பும் பிரகாசமும் நமது கண்களைக் கவரத் தவறுவதில்லை. இந்த உலோகம் ஒன்று தான் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் திரவமாக இருக்கிறது. ட்யூப்விளக்குகள் புழக்கத்திற்கு வந்த பிறகு இது மிகவும் பிரபலமடைந்துள்ளது. உஷ்ணமானியின் உள்ளே பாத ரசம் இருப்பதை அறியாதவர்கள் வெகு சிலரே, ஆனால், செம்பு இரும்பு போன்ற உலோகங்களின் பெருமை இதற்கு இல்லை. ஏனெனில், பெரிய தொழிற்சாலைகளில் இதனுடைய கனியையும் வீடுகளில் இதனுடைய இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களையுமே உபயோகிக்கிறோம்.

பழங்காலத்திலிருந்தே மனிதன் பாதரசம் பற்றி அறிந்துள்ளான். இதன் லத்தீன் பெயர் 'ஹைட்ரார்ஜிரம் (Hydrargirum) ஆகும். இதன் பொருள் வெள்ளித் தண்ணீர் என்பதாகும். இந்தப் பெயரைக் கொண்டுதான் இதை இரசாயனத்தில் 'Hg' என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். இதன் மூலம் இது தண்ணீர் போன்று திரவமாக இருக்கிறது என்றும், வெள்ளிபோல் பிரகாசிக்கிறது என்றும் பொருள் படுகிறது இத்தகைய உலோகம் பூமியில் எங்ஙனம் கிடைக்கிறது, எங்கு கிடைக்கிறது, இதை எப்படி எடுக்கிறார்கள் என்பதை இனிக் காண்போம்.

ஸ்பெயின், இத்தாலி, ஐக்கிய அமெரிக்காவில் கலிபோர்னியா ஆகிய இடங்களில் பாதரசம் அதிகம்

கிடைக்கிறது. இது பெரும்பாலும் இதன் சல்பைடாகத் தான் கிடைக்கிறது. இதை 'சின்ன பார்' (cinnabar) என் பர். சில சமயங்களில் இது கலப்பில்லா உலோகமாகவும் கிடைக்கிறது. சின்னபார் என்னும் கனியை பெரிய அடுப்புக்களில் வறுப்பார்கள். இப்போது இதிலுள்ள கந்தகம், கந்தக ஆக்சைடாக மாறிவிடும். பாதரசம் தனி யாகப் பிரிகிறது. காற்றில்லா வெற்றிடத்தில் இதைப் பின்னர் வடிகட்டிச் சுத்தம் செய்வார். உலோகத்தின் ஆவி செங்குத்தாக நிற்கும் களிமண் குழாய்களில் செலுத் தப் பட்டு குளிர வைக்கப்படுகிறது. இக் குழாயின் அடிப் புறம் திறந்து இருப்பதோடு தண்ணீருக்குள்ளும் இருக் கும். பாதரசம் தண்ணீருக்கு அடியில் தங்கும். இதைப் 'பாத ரசப்புகைக்கரி' (mercury soot) என்று கூறுவர். இதை ஒரு துணியில் வடிகட்டிச் சுத்தமான பாதரசத்தை அடையலாம். இந்தப் புகைக்கரியை நீற்றுத சுண்ணம் புடன் சேர்த்து அழுத்தினல் அதிகமான பாதரசம் பிரித் தெடுக்கப்படுகிறது. இதை 'ஷமாயிஸ்' தோல் (chamois leather) மூலம் அல்லது 5 % நீர்க்கப்பட்ட நைட்ரிக் அமி லத்தில் ஊற்றுவதன் மூலம் வடிகட்டிச் சுத்தம் செய்து முதலில் தயாரிக்கப்பட்ட பாதரசத்துடன் சேர்த்துக் கொள்வார்கள். பாதரசம் இரும்புப் பாத்திரங்களில் (flasks) விற்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பாத்திரத்திலும் 76 ராத்தல் பாதரசம் இருக்கும். ஆண்டு ஒன்றுக்குச் சுமார் 6000-ம் டன்கள் பாதரசம் உலகில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பாதரசம் மிகவும் கனமான திரவமாகும். இதன் அடர்த்தி எண் 13. 55 ஆகும். இதை எளிதில் சூடாக்கலாம். இதைத்தான் நாம் பாதரசம் சூட்டால் விரிகிறது என்று கூறுகிறோம். மற்ற வாயுக்களைப் போலவே சூட்டில் விரிகி றது. இது 356.9 டிகிரி சென்டி கிரேட் உஷ்ணத்தில், கொதிக்கிறது. இது உஷ்ணத்தால் விரிகின்ற காரணத்

தால்தான் நாம் இதைப் பலவித உஷ்ணமானிகளிலும் உஷ்ணத்தை அளக்க உபயோகிக்கிறோம்.

பாதரசம் பல உலோகங்களுடன் கிரியை புரிகிறது. இது அந்த உலோகங்களைக் கரைத்து 'அமால்கம்'களைத் (amalgams) தருகிறது. ஒரு உலோகம் மற்றொரு உலோகத்துடன் சேர்ந்தால் அதை உலோகக் கலவை என்கின்றோம். ஆனால், பாதரசத்தில் கரைந்த உலோகக் கரைசலை அமால்கம் (amalgam) என்கிறோம். தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம், யுரேனியம், செம்பு, ஈயம், சோடியம், பொடாசியம், அலுமினியம் ஆகிய அமால்கங்கள் நமக்குக் கிடைக்கின்றன. இதன் காரணமாகத்தான் பாதரசத்தை செம்பு, வெண்கலம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகப் பாத்திரங்களில் வைப்பதில்லை. இரும்புகூட அதிக உஷ்ணத்தில் பாதரசத்துடன் கிரியை புரிகிறது. கொபால்ட் நிக்கல், மாங்கனீஸ், ஆண்டிமனி ஆகிய உலோகங்கள் பாதரசத்துடன் கிரியை புரிவதில்லை. தங்க அமால்கம், வெள்ளி அமால்கம் ஆகியவை பல் வைத்தியத் துறையில் பல்லில் ஏற்படும் துவாரங்களை அடக்க உபயோகப் படுகின்றன. உபயோகத்திற்குச் சற்றுமுன் இந்த உலோகங்களைப் பாதரசத்தில் கரைத்து துவாரங்களை அடைப்பர். இது விரைவில் சிலமணி நேரத்தில், துவாரங்களில் நன்றாகப் பிடித்துக் கொண்டு அவைகளை மூடி விடுகிறது.

பாதரசத்தை ஆயிரக்கணக்கான உபயோகமுள்ள உலோகம் என்று கூறுவர். பண்டைக் காலம் தொட்டே பாதரசத்தின் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்கள் மருத்துவத் துறையில் உபயோகப்பட்டு வந்துள்ளன 'பாதரச சயனைடு' (mercury cyanide) நச்சுக் கொல்லியாக உபயோகிப்படுகிறது. 'மெர்குரோகுரோம்' (mercuro-

chrome) என்பது ஒரு ஆர்க்கானிக் சாயம் ஆகும். இதுவும் மென்மையான (mild) நச்சுக் கொல்லியாக உபயோகிக் கப்படுகிறது. இது அதிக அளவு விஷமற்றது. மெர்க்குரிக் குளோரைடை மிக அதிகமான அளவு தண்ணீரில் கரைத்து (*1000* பாகம் தண்ணீரில் *1* பாகம் மெர்க்குரிக் குளோரைடு) மென்மையான நச்சுக் கொல்லி யாக உபயோகிக்கலாம். ஆனால், வீடுகளில் இது மிகவும் அபாயமானது. மெர்க்குரிக் குளோரைடு கொஞ்சம் அதிகமானாலும் மிகவும் விஷத்தன்மை கொண்டதாகி விடுகிறது. உடல் திரவங்களின் பாயும் வேகத்தைப் பாதரசத்தின் உப்புக்கள் அதிகமாக்குகின்றன. எனவே, தான் சில பாதரசக் கூட்டுப் பொருள்கள் சிறு நீர் போக்கை (Diuretic) அதிகப்படுத்துவதற்காக உபயோ கப்படுத்தப்படுகின்றன. பாதரச விஷம் உடம்பில் கலந்துவிட்டது என்பதற்கான அடையாளங்களுள் உமிழ்நீர் அதிகமாக வெளிப்படுத்துவதும் ஒன்றாகும்.

சின்னபார் (பாதரச சல்பைடு) சிவப்பு நிறமானது. எனவே, இதை நல்ல சிவப்பு நிற வண்ணப் பொருள்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இந்த ஒரு துறையில்தான் சுத்தப் படுத்தப்பட்ட பாதரசக்கனி உபயோகப்படுகிறது என்று கூறலாம். மற்ற எல்லாப் பொருள்களும் பாதரசத்துடன் கலந்தே தயாரிக்கப்படு கின்றன.

பாதரசம் அதிகமான அடர்த்தி கொண்டது. எனவே, இது காற்று அழுத்தமானிகளிலும் (barometer) வேறு அழுத்தத்தை அளக்கும் கருவிகளிலும் உபயோகமாகிறது. இரசாயன ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் காற்றின் அழுத்தத் தையோ அல்லது வெற்றிடத்தையோ அளப்பதற்குப் பாதரசம் உபயோகிக்கப்படுவதை நாம் சாதாரணமாகக்

காணலாம். சோடியம் குளோரைடை மின்பகுப்பு முறையில் குளோரினாகவும், சோடியமாகவும் பிரிப்பதற்கு ஒரு மின் துருவமாகப் பாதரசம் உபயோகமாகிறது. இங்கு பாதரசம் மின்துருவமாக மட்டும் பயன்படாமல் சோடியத்தைக் கரைத்து சோடிய அமால்கம் தருகிறது. மேட்டூரிலும், திருநெல்வேலிக்கு அருகிலுள்ள ஸாகு நகரிலும் காஸ்டிக் சோடா தயாரிப்பதற்கு இந்த முறையே பின்பற்றுகின்றனர்.

உஷ்ணத்தைக் கடத்தும் சக்தி பாதரசத்திற்கு உண்டு என்று முன்பே கூறினோம். பெரிய அனல் மின் சார நிலையங்களில் தண்ணீர் சூடாக்கப்பட்டு, அதில் இருந்து வெளிவரும் நீராவி, பெரிய 'டர்பைன்' இயந்திரங்களைச் சுழலச் செய்கிறது. இதன் மூலம் மின்சாரசக்தி கிடைக்கிறது. வாயுக்களை உஷ்ணப்படுத்தும் சக்தி பாதரசத்திற்கு அதிகம். தொடக்கத்தில் இது அதிகச் செலவு அளித்தாலும் இதைக்கொண்டு அமெரிக்காவில் 25,000 கிலோவாட் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் நிலையமொன்றை அமைத்திருக்கிறார்கள். அமெரிக்காவில் ஜெனரல் எலக்ட்ரிக் கம்பெனியிடம் இத்தகைய நிலையம் ஒன்று இருக்கிறது.

கார்களுக்கான மின்சார சேமிப்புக் கலங்களில் ஈயம், ஈய ஆக்சைடு உபயோகிப்பது போல் பாதரசம், பாதரச ஆக்சைடையும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

பாதரச ஆவி ஒளி விளக்குகள் தயாரிப்பதற்கும், நீலநிறத்தாளில் வெள்ளைக் கோடுகளால் படங்கள் வரைவதற்கும், (blue prints) வெள்ளை அல்லது கறுப்பு அச்சுக்கும் உபயோகமாகிறது. விளம்பரங்கள் செய்வதற்கான ஒளிவிளக்குகளை இன்று சாதாரணமாக எல்லா இடங்களிலும் பார்க்கிறோம். எனவே, பாதரசத்தின் இந்த உபயோகம் நம் கண்களில் எப்போதும் விழுந்து

கொண்டே இருக்கிறது. இந்த விளக்குகளின் குழாய்களுக்கு உட்பக்கம் பாதரசத்தின் பொடி பூசப்பட்டிருக்கும். ஊதா நிறத்திற்கும் அப்பாற்பட்ட கதிர்கள் இந்தப் பொடியைத் தாக்கும்போது குறிப்பிட்ட நிறமான ஒளியை இது வீசுகிறது. பாதரச ஆவி ஊதா நிறத்திற்கும் அப்பாற்பட்ட கதிர்களை உண்டாக்குகிறது. இத்தகைய விளக்குகளில் பாதரசம் சிறுசிறு துளிகளாக இருக்கும். இவை ஆவியாக மாறினால் தான் விளக்குகள் ஒளி தரும். இதனால் தான் இந்த விளக்குகள் ஒளிரத் தொடங்குவதற்குச் சற்று நேரம் பிடிக்கிறது. இவை உடனே ஒளிரத் தொடங்குவதில்லை.

பாதரச ஆவி மிகவும் விஷமானது. அநேகமாக இதனுடைய எல்லாக் கூட்டுப் பொருள்களும் விஷமுள்ளவையே பாதரசத்தைத் திறந்து வைத்திருத்தல் கூடாது. ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் கழிவுநீர் பாயும் குழிவுகளில் (sinks) பாதரசத்தைக் கொட்டக்கூடாது. அவ்வாறு கொட்டினால் பாதரசம் கழிவுநீர் குழாய்களைத் தாக்குவதோடு அங்கேயே தனது விஷமான காற்றை நீண்ட காலத்திற்குத் தந்துகொண்டே இருக்கும். பாதரச ஆவி நம் உடலில் மேலும் மேலும் சேர்வது நமது ஆரோக்யத்தைப் பாதிக்கும். பாதரச விஷம் உடலில் கலந்துவிட்டால் பல்லின் ஈறு சிவப்பாக மாறும். ஈற்றிலிருந்து இரத்தம் கசியும். ஜீரணசக்தி குறையும். காது செவிடாகும். கைகள் நடுங்கத் தொடங்கும். பால் அல்லது மிருகக்கரி (animal charcol) கொடுப்பதுதான் இத்தகைய சமயத்தில் முதல் உதவியாகும்.

பாதரசம் பல உபயோகங்கள் கொண்ட கவர்ச்சியான உலோகமாகும். ஆனால், விஷத்தன்மை கொண்டதால் கையாளும்போது ஆபத்தை அளிக்கலாம். எனவே, இதை உபயோகிக்கும்போது உடல் ஆரோக்கியம் பற்றி அதிக கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும்.

உலோகத் தொழில்

உலோகக்கனியிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல், ஒரு உலோகத்தை வேறு உலோகத்துடன் கலந்து கலப்பு உலோகம் தயாரித்தல், நமக்குத் தேவையான உருவங்களில் உலோகங்களைக் கொண்டு பொருள்கள் தயாரித்தல் ஆகியவை உலோகத் தொழில் என்று அழைக்கப் படுகிறது. இதுவரை நீங்கள் படித்த 11 அத்தியாயங்களிலும் ஒவ்வொரு உலோகமும் பல இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களாகக் கிடைப்பது, இக் கனிகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் சுத்தமான உலோகத்தின் அளவு ஒன்றுடன் ஒன்று வேறுபடுவது, அவற்றைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை, சுத்தப் படுத்தும் முறை ஆகியவை விளக்கப் பட்டதைப் படித்தீர்கள். சில உலோகங்கள் இரசாயனப் பொருள்களால் பாதிக்கப் படாமல் இருப்பதைக் கண்டோம். வெள்ளி, தங்கம், பிளாட்டினம் ஆகியவை இத்தகைய உலோகங்களாகும். இவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது இதனல் சுலபம் ஆகிறது. வெள்ளீயம், ஈயம் போன்றவை மிக மிருதுவானவை. எளிதில் உடையக் கூடியவை. சில உலோகங்கள் எளிதில் இரசாயனக் கிரியைக்கு உள்ளாகின்றன. எனவே, இவை காற்று, ஈரம், பிராணவாயு போன்றவற்ருல் தாக்கப் படாமல் பாதுகாக்கப்பட வேண்டி இருக்கிறது. உதாரணமாக அணுசக்தி தயாரிக்க உதவும் யுரேனியத்தை மேற் கூறியவாறு காப்பற்ற வேண்டி இருக்கிறது. மேற் கூறியவற்றிலிருந்து இது மிகவும் சிக்கலான ஒரு தொழில் என்பதும், ஒவ்வொரு பிரிவையும் பற்றித் தனியாக அறிய வேண்டி இருக்கிறது, என்பதும் விளங்கும்

சாதாரணமாக உலோகங்கள் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளாகத்தான் கிடைக்கின்றன. அபூர்வமாக, சில உலோகங்கள் தனி உலோகமாகவே கிடைக்கின்றன. உதாரணமாக செம்பு, தங்கம், இரண்டையும் கூறலாம். இதனுல்தான் இவைபற்றிப் பழங்காலத்திலேயே மனிதன் அறிந்திருந்தான். பெரும்பான்மையான உலோகங்கள் ஆக்சைடுகளாகவே கிடைக்கின்றன. அதாவது அந்த உலோகம் பிராணவாயுடன் கலந்தே கிடைக்கிறது. அல்லது சல்பைடுகளாகக் கிடைக்கின்றன. அதாவது கந்தகத்துடன் கலந்தே கிடைக்கின்றன. கார்பொனேட்டுகள், சிலிக்கேட்டுகள் ஆகவும் உலோகங்கள் கிடைக்கின்றன. இவைகள் கிடைக்கும் பாறைகளை உலோகக் கனி என்று சொல்லுகிருேம். கனியில் 1% முதல் 70-80% வரை உலோகம் இருக்கலாம். சில சமயங்களில் கனி முழுவதும் உலோகமாகவே இருக்கும். ஆனுல், பெரும்பாலும் உலோகக் கனி களிமண், மணல், பாறை போன்ற பொருள்களுடன் கலந்தே காணப்படும். இவற்றை 'காங்க்' (gangue) என்று குறிப்பிடுகிருர்கள்.

அலுமினியத்தின் ஆக்சைடு 'பாக்சைட்'ஆகும். இரும்பின் ஆக்சைடு கனி 'மாக்னெடைட்', 'ஹேமடைட்' ஆகும். டிட்டானியத்தின் ஆக்சைட் கனி 'இல்மெனைட்' ஆகும்.

ஈயத்தின் சல்பைடு களி 'கலேனு' (galena) ஆகும். பாதரசத்தின் சல்பைட் கனி 'சின்னபார்' ஆகும். செம்பின் சல்பைட் கனி 'சால்கொசைட்' ஆகும். இது காப்பர் சல்பைட் எனக் குறிப்பிடப் படுகிறது.

இந்தக் கனிகளில் அழுக்குகள் நிறைய இருப்பதால் முதலில் இவற்றைச் சுத்தப் படுத்த வேண்டி இருக்கிறது. சுத்தப்படுத்தும் முறை பலவகைப்படும். கையால்

பொருக்கி எடுத்துக் கனியை சுத்தப் படுத்தலாம். இம் முறையில் ஆள் வேலை அதிகம் வேண்டி இருப்பதால் இம் முறை அதிகச்செலவு தரும். ரேடியம் போன்ற விலை மதிப் புள்ள உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்க இம் முறை பின்பற் றப் படுகிறது. எந்தக் கனியில் அதிகம் ரேடியம் இருக்கி றதோ அந்தக் கனிதான் சுரங்கத்திலிருந்து தொழிற் சாலைக்கு அனுப்பப்படும்.

கனியைச் சுத்தப் படுத்துவதற்கு ஆகர்ஷண சக்தி யும் உபயோகப் படுகிறது. தங்கச் சுரங்கங்களில் தங்கம் கலந்த மணலை ஒரு சாய்வான வாய்க்கால் வழியாகப் போகும்படி செய்வார்கள். தண்ணீர் இந்த மணலை அடித் துச் செல்லும் பொழுது கனமான தங்கம் கால்வாயின் அடியில் தங்குகிறது. லேசான அழுக்குகள் தண்ணீரில் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன.

நிலக்கரியில் உள்ள அழுக்கு 'சிலேட்' (slate) எனப் படுகிறது. இதைத் தங்கத்தைப் பிரிப்பது போன்ற முறையிலேயே பிரித்தெடுக்கிறார்கள். இந்தக் கனி கால் ஸியம் குளோரைடு கரைசலைக் கொண்டு கழுவப் படுகி றது. இதனால் கனமான சிலேட் அடியில் தங்கிவிடுகிறது. நிலக்கரி அடித்துச் செல்லப்படுகிறது.

உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு மற்றொரு முறை மிதப்பு முறையாகும் (Floatation). ஈயத்தைச் சுத்தப் படுத்தும்போது ஈயக் கனியான 'கலேனா'(galena) தகுந்த நுரைதரும் பொருளால் கழுவப் படுகிறது. இந்த நுரை வீடுகளில் துணிகளை வெளுக்க உபயோகிக்கும் சோப்புப் பொடிகள் தரும் நுரையைப் போன்றது. இம் முறையில் லேசான ஈயக்கனி நுரையுடன் மிதந்து சென்று

விடுகிறது. கனமான அழுக்குகள் படுகையில் தங்கி விடுகின்றன.

உலோகங்களைக் காந்தத்தின் உதவி கொண்டு சுத்தப்படுத்தலாம். ஆனால், சுத்தப்படுத்துவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் உலோகம் காந்தத்தால் கவரப்படுவதாக இருக்கவேண்டும். உதாரணமாக இரும்புக் கனியிலிருந்து. காந்தத்தை உபயோகித்து இரும்பைப் பிரித்தெடுக்கலாம். ஏனெனில், இரும்பு காந்தத்தால் கவரப்படுகிறது. காந்தத்தில் இரும்பு ஒட்டிக்கொண்டதும் மற்ற அழுக்குகளை அப்புறப்படுத்தி விடலாம்.

உலோகங்களைப் பிரிப்பதற்கு மற்றொரு முறை "leaching" "லீச்சிங்" ஆகும். இம்முறையில் நமக்குத் தேவையான ஒரு உலோகத்தை ஒரு இரசாயனப் பொருளைக் கொண்டு கரைத்துப் பிரித்தெடுப்பார்கள். தங்கம் கலந்துள்ள பாறையைப் பொடியாக்கி, அதைச் சோடியம் சயனைடைக்கொண்டு கரைப்பார்கள். இக்கரைசலை வடிகட்டினால் அழுக்குகள் தனியே பிரிந்து விடும். பின்னர், மின் பகுப்பு முறையில் தங்கத்தைப் பிரிக்கலாம்.

மேற்கூறிய முறைகளில் உலோகக் கனியைச் சுத்தப் படுத்திய பிறகு உலோகத்தைப் பிற கூட்டுப்பொருள் களிலிருந்து தனியே பிரித்தெடுக்க வேண்டும். சாதாரணமாக உலோகக்கனி ஆக்சைடுகளாகவே வேலைக்கு எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றன. எனவே, கந்தகக் கனிகள் காற்றில் வறுக்கப்படும் போது அதில் உள்ள கந்தகம் காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து கந்தகடயாக்சைடு ஆக மாறுகிறது. இதன் மூலம் உலோகம் ஆக்சைடாக மாறுகிறது. கார்போனேட்கனிகளும் இதைப் போல் வறுக்கப் படுகின்றன. இதனால் இவை உலோக

ஆக்சைடாகவும் கார்பன் டயாக்சைடாகவும் சிதைகின்றன.

இவ்வாறு உலோகத்தைச் சுத்தப்படுத்தி வறுத்த பிறகும் பல அழுக்குப்பொருள்கள் அவற்றுடன் கலந்து நிற்கும். இவற்றை அகற்றுவதற்கு 'இளக்கி' (flux) சேர்க்கிறார்கள். இது உலோகக்கனியிலுள்ள அழுக்குப் பொருள்களுடன் சேர்ந்து கசடாக மாறுகிறது. இந்தக் கசடை எளிதில் அகற்றலாம். தண்ணீரையும் எண்ணெயையும் கலந்தால் எப்படி அவை ஒன்று கலக்காமல் தனித்தனியே நிற்கின்றனவோ அதுபோல் உருகிய உலோகத்திரவமும் கசடும் ஒன்று சேராமல் தனித்தனியே பிரிந்து நிற்கின்றன. இப்போது இவைகளை எளிதில் பிரித்து விடலாம். இரும்பு தயாரிக்கும் போது ஊது உலையில் இதுதான் நடைபெறுகிறது. இங்கு சுண்ணும்பு 'இளக்கி' ஆகச் சேர்க்கப்படுகிறது. இது இரும்புக்கனியிலுள்ள அழுக்குடன் சேர்ந்து கசடாகிறது. இக்கசடு உருகிய இரும்புடன் சேராமல் தனித்து நிற்பதால் இரும்பைத் தனியாகவும் கசடைத்தனியாகவும் பிரித்து விடலாம்.

தாதுப்பொருள்கள் ஆக்சைடுகளாக மாற்றப்பட்ட பின் கரியுடன் சேர்த்து இவற்றைச் சூடாக்கினல் உலோகம் தனியாகக் கிடைக்கும். கரி, உலோகத்தி லுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து கரியமிலவாயுவைத் தருகிறது. உலோகம் தனியே பிரிந்துவிடுகிறது. இவ்வாறு உலோகக்கனியிலுள்ள பிராணவாயுவை, கரி குறைக்கிற காரணத்தால் இதற்குக் 'குறைத்தல்' (reduction) என்று பெயர். இரும்பு, வெள்ளீயம், துத்தநாகம், ஈயம் ஆகிய உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு இம்முறை பின் பற்றப்படுகிறது. நமக்குத் தேவையான உலோகம்

கரியைக் காட்டிலும் மிக விரைவாகப் பிராணவாயுவுடன் வேகமாகச் சேரும் தன்மை கொண்டதாக இருந்தால் மேற்கூறிய முறையில் அந்த உலோகத்தை பிரித்தெடுக்க முடியாது. மக்னீஷியம், அலுமினியம், டிட்டானியம் போன்ற சில உலோகங்கள் இத்தகையது. உலோகக் கனிகளை வறுத்து, கரியின் உதவி கொண்டு அதிலுள்ள பிராணவாயுவைக் குறைத்து உலோகத்தைப் பிரிக்கும் முறைக்கு 'பைரோ மெட்டலர்ஜி' (pyrometallurgy) என்று பெயர்.

மக்னீஷியம், அலுமினியம், பெரிலியம் ஆகிய உலோகங்களைப் பிரிப்பதற்கு மின்பகுப்பு முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இந்த உலோகங்களின் உப்புக் கரைசலில் அதிக சக்தி வாய்ந்த மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல் உலோகம் நேர் மின் துருவத்தில் படிகிறது. பாக்சைட்டை, கிரியோலைட்டில் கரைத்து மின்பகுப்பு முறை மூலம் அலுமினியம் தயார் செய்வதைப் பற்றி முன்பே படித்தோம். இதேபோல் மக்னீஷியம் குளோரைடு உருகிய நிலையில் இருக்கும்போது மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல் மக்னீஷியம் நேர்மின் துருவத்தில் படிகிறது. எதிர் மின் துருவத்தில் குளோரின் வெளித்தள்ளப்படுகிறது. மின் பகுப்புமுறை மக்னீஷியம், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களைப் பிரிப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல் செம்பு, துத்தநாகம் போன்ற உலோகங்களைச் சுத்தப்படுத்துவதற்கும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. மின் பகுப்பு நடக்கும் பாத்திரத்தில் சுத்தம் செய்யப்படவேண்டிய உலோகத்தின் உப்புக் கரைசல் நிரப்பப்படுகிறது. இதில் அசுத்தமான உலோகம் எதிர் மின்துருவமாக ஆக்கப்படுகிறது. மின்சாரத்தை இக்கரைசலில் செலுத்துவதன் மூலம் சுத்தமான உலோகம் நேர்மின் துருவத்தில்

படிகிறது. பிளாட்டினம். பல்லாடியம், ஆஸ்மியம், இருடியம், போன்ற அரிய உலோகங்கள் மின்பகுப்பு முறையில் உடன் கிடைக்கின்றன. உலோகக் கனியிலிருந்து சுத்தமான உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு மின் பகுப்பு முறை ஒரு முக்கியமான முறையாகும்.

சில சமயங்களில் உலோகக் கரைசல்களை வீள்படிவு உண்டாவதன் மூலம் பிரித்து உலோகங்களைத் தனியாக எடுப்பது மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இம்முறை 'ஹைட்ரோ மெட்டலர்ஜி' (Hydrometallurgy) எனப்படுகிறது.

"உலோக வேலை" என்பது கனியிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பது என்று மட்டும் ஆகாது. உலோகக் கலவைகள் செய்வதும் உலோகத் தொழிலே ஆகும். கலப்பு உலோகம் என்பது ஒரு உலோகத்துடன் ஒரு தனிமத்தை (element) சேர்ப்பதன் மூலம் கிடைக்கிறது. சேர்க்கப்படும் தனிமம் ஒரு உலோகமாக இருக்கவேண்டும் என்பது அவசியமில்லை. எஃகு இதற்கு ஒரு எடுத்துக் காட்டாகும். இதில் இரும்புடன் கரி என்ற தனிமம் ஒன்று கலக்கப்படுகிறது.

பல உலோகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து சிறந்த கலப்பு உலோகங்களைத் தருகின்றன. செம்பையும், வெள்ளீயத்தையும் ஒன்று கலந்து, வெண்கலத்தைத் தயாரித்துப் பண்டைக்கால மக்கள் உபயோகித்து வந்துள்ளனர். இரண்டு மிருதுவான உபயோகத்திலிருந்து வெண்கலம் என்ற வலுவுள்ள ஒரு கலப்பு உலோகத்தை இதன் மூலம் நாம் பெறுகிறோம். செம்பையும் துத்தநாகத்தையும், கலந்து பித்தளை தயாரிக்கிறார்கள். செம்பு பல உலோகங்களுடன் கலந்து வெவ்வேறு கலப்பு உலோகங்களைத் தருகிறது. உலோகக் கலவைகள் எங்ஙனம் செய்யப்படுகின்றன என்று இனி கவனிப்போம்.

ஒரு உலோகம் உருகிய நிலையில் இருக்கும்போது அத்துடன் மற்றொரு உலோகத்தைச் சேர்ப்பது உலோகக் கலவை தயாரிப்பதற்கு ஒரு எளிய முறையாகும். எந்த உலோகத்தை அதிக அளவில் எடுத்துக் கொள்ளுகிறோமோ அதை முதலில் உருக்கிக் கொண்டு, அதில் இரண்டாவது உலோகத்தைக் கலப்பார்கள். உதாரணமாக உருகிய செம்பில் துத்தநாகத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் பித்தளை தயாரிக்கப் படுகிறது. இங்கு ஒரு முக்கியமான விஷயத்தைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். பித்தளை தயாரிப்பதில் செம்பு முக்கியமான உலோகம் என்று பார்த்தோம். இது சுமார் 1083 செண்டிகிரேட் உஷ்ணத்தில் உருகுகிறது. எனவே உருகிய செம்பில் துத்தநாகத்தை எளிதில் கலக்கலாம். துத்தநாகம் விரைவில் உருகி செம்புடன் ஒன்று கலந்து விடுகிறது. இவ்வாறு உருகும் துத்தநாகம் சில சமயங்களில் விரைவில் உருகி ஆவியாகக்கூடப் போய் விடுவதுண்டு. இந்த நஷ்டத்தை ஈடு செய்வதற்கு மேலும் கொஞ்சம் துத்தநாகத்தை உபயோகிக்க வேண்டும்

உலோகக் கலவையில் அதிகம் கலக்கப்படும் உலோகம் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் உருகுவதாகவும் குறைவாகக் கலக்கப்படும் உலோகம் அதிக உஷ்ண நிலையில் உருகுவதாகவும் இருந்தால் இடையூறுகள் அதிகமாகின்றன. உதாரணமாக 92 % அலுமினியமும், 8% செம்பும் கொண்ட ஒரு கலப்பு உலோகம் தயாரிப்பதாகக் கொள்வோம். இங்கு மேலே கூறிய இடையூறு ஏற்படுகிறது. அதாவது அலுமினியம் 660 சென்டிகிரேடில் உருகுகிறது. செம்பு 1083· சென்டிகிரேடில் உருகுகிறது இங்கு குறைவான அளவு செம்பை முதலில் உருக்கி அத்துடன் நிறை அளவு துத்தநாகத்தைக் கலப்பது என்பது முடியாதது ஆகும். எனவே, இதற்காக வேறொரு முறை

யைப் பின்பற்ற வேண்டி இருக்கிறது. அலுமினியத்தையும் செம்பையும் பாதிபாதியாகக் கலந்து உருக்குவார்கள். இப்போது இக்கலவை அலுமினியத்தை விடக் குறைந்த உஷ்ணத்திலே உருகும். இது கலப்பு உலோகங்களின் சிறந்த குணங்களில் ஒன்ருகும். கலப்பு உலோகங்களின் பௌதிக, இரசாயனத் தன்மைகள் கலவைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட உலோகங்களின் தன்மையிலிருந்து மாறு படுகின்றன. இந்த மாறுபாடு கலவையில் சேர்க்கப்படும் உலோகங்களின் அளவைப் பொறுத்தது ஆகும். பாதிக் குப்பாதியாகக் கலந்து உருக்கப்பட்ட அலுமினியம் செம்புக் கலவை 'ஹார்டெனர் அலாய்' (hardener alloy) என்றே குறிப்பிடப் படுகிறது. முதலில் அலுமினியம் உருக்கப்பட்டு அத்துடன் 'ஹார்டெனர் அலாய்' கலக்கப் படுகிறது.

இவ்வாறு கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பதில் ஒரு உலோகத்துடன் எந்த அளவு வேண்டுமானுலும் மற்ெருரு உலோகத்தைக்கலக்கலாம் என்று எண்ணுதல் தவருகும். தண்ணீரில் உப்பைக் கரைப்பதாகக் கொள்வோம். ஆரம் பத்தில் உப்பு தண்ணீரில் கரைந்து விடுகிறது. ஆனல் மேலும் மேலும் உப்பை அதில் போட்டு கரைத்து கொண்டே இருந்தால் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் அது கரைவதில்லை. அதிகமாக இருக்கும் உப்பு உப்பாகவே தண்ணீரில் தங்குகிறது. இதே கரைசலைச் சிறிது சூடாக்கினல் மேலும் கொஞ்சம் உப்பு கரையக் கூடும். இதே போல் உருகிய நிலையில் இருக்கும் ஒரு உலோகம் குறிப்பிட்ட அளவிலேயே மற்ெருரு உலோகத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும். இந்த அள்வுக்கு மேல் சேர்க்கப்படும் உலோகம் அப்படியே தனியாகத் தங்கி விடும். ஒரு உலோகம் உருகிய நிலையில் இருக்கும்போது

அதில் மற்ருெரு உலோகம் கரைந்து இரண்டும் ஒன்ருகிறது என்றும் கூறுகிருேம். ஆனல், இவ்வாறு ஒன்று கலந்ததால் கிடைக்கும் புதிய கலப்பு உலோகம் தனித் தன்மை கொண்டதாக விளங்குகிறது. தண்ணீரில் உப்பையோ, சர்க்கரையையோ கலந்தது போன்றது அல்ல இது. உப்புத் தண்ணீர் கரிக்கும். சர்க்கரைத் தண்ணீர் இனிக்கும். ஆனல், உலோகக் கலவையில் இப்படி இல்லை. வலிமை குன்றிய தாய் தந்தையர் வலிமை குன்றிய குழந்தைகளைப் பெறுவதைப் போல இது உள்ளது என்றும் கூற முடியாது. கலவையில் உலோகங்களின் தன்மையே மாறிவிடுகிறது. வலிமையற்ற இரண்டு உலோகங்கள் ஒன்று சேர்ந்து வலிமை கொண்ட கலப்பு உலோகத்தைத் தரும். உதாரணமாகச் செம்பும், அலுமினியமும் குறைந்த வலிமை கொண்ட உலோகங்கள். ஆனல், இவைகளை 90 : 10 விகிதத்தில் கலந்தால் இவைகளைவிட 3 மடங்கு அதிக வலிமை கொண்ட கலப்பு உலோகம் ஒன்று கிடைக்கிறது.

மேலே கூறிய உதாரணங்களிலிருந்து எந்த விகிதத்தில் வேண்டுமானலும் உலோகங்களைக் கலக்க முடியாது என்பது தெரிகிறது. அவ்வாறு குறிப்பிட்ட அளவில் கலந்தாலும் அதன் வலிமை எவ்வளவு இருக்கும் என்பதை நாம் எளிதில் ஊகிக்க முடியாது. குறைந்த வலிமை கொண்ட ஒரு உலோகத்துடன் வலிமை கொண்ட ஒரு உலோகத்தை அதிகம் கலப்பதால் வலிமையான கலப்பு உலோகம் கிடைக்கும் என்று நாம் கூற முடியாது. சுத்தமான இரும்பு மிருதுவான உலோகமாகும். அத்துடன் கலக்கப்படும் கரி உலோகமே அல்ல அதுவும் வலிமையற்றது. சுத்தமான இரும்புடன் 1% கரியைக் கலந்தால் மிக வலிமையுள்ள எஃகு நமக்குக் கிடைக்கிறது. ஆனல், மேலும் மேலும் கரியை அதிக

மாகக் கலந்து கொண்டே போவதால் இதன் வலிமை அதிகரிப்பதில்லை. மாருக வலிமை குறைவதுடன், எளிதில் உடையக் கூடியதாகவும் ஆகிவிடுகிறது ஊது உலையிலிருந்து வெளிவரும் வார்ப்பு இரும்பில் 4.5% கரி இருப்பதால் தான் அது வலிமையற்றதாக விளங்குகிறது. இதை 'பெஸிமெர்முறை' மூலம் (அத்தியாயம் 1) சுத்தப் படுத்தி அதிகப்படியாக உள்ள கரியைக் குறைக்க வேண்டி இருக்கிறது.

ஒரு உலோகம் மற்ருெரு உலோகத்துடன் சேரும் போது மேற் கூறியவாறு ஏன் மாறுபாடு ஏற்படுகிறது? திடப்பொருளாக இருக்கும்போது அதிலுள்ள அணுக் களின் அமைப்பே இதற்குக் காரணமாகும். கோவில் களிலும், மசூதிகளிலும், மாதாகோயில்களிலும் அலங்கார ஜன்னல்களை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள் இவை பெரிய தாகவும், உயரமாகவும் இருக்கின்றன. பலவிதமான உருவமுள்ள துவாரங்கள் கொண்டதாக இருக்கின்றன. சில சதுரமான துவாரங்களும், சில வட்டமான துவாரங் களும், சில ஐந்து பக்கங்களையும், சில ஆறு பக்கங்களை யும் கொண்ட துவாரங்களை உடையனவாகவும், நக்ஷத்திர வடிவம் கொண்ட துவாரங்கள் கொண்டதாயும் இருப் பதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இத்தகைய ஜன்னல் களில் நக்ஷத்திர உருவத்தில் துவாரங்களைக் கொண்ட ஒரு ஜன்னலை பூமியில் படுக்க வைப்போம். இப்போது சதுரமானதும் வட்டமானதும் சில பொருள்களை நக்ஷத்திர வடிவமான குழிகளில் போட்டால் அவை அங்கு சரியாகப் பொருந்துவதில்லை. அவை சரியாக அங்கு பொருந்த வேண்டுமானல் சரியான அளவில் நக்ஷத்திரம் போலவே இருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு சுத்தமான உலோகமும் ஒரு சுத்தமான தனிமம் ஆகும். தனிமங்கள் அணுக்களாலும் (atoms) அணுத் திறன்

களாலும் (molecules) ஆனவை. இந்த அணுக்கள் பல விதங்களில் தங்களை அமைத்துக் கொள்கின்றன. ஒரு திடப் பொருளில் அணுக்களின் இத்தகைய அமைப்பை 'லாட்டிஸ்' (lattice) என்று கூறுவர். இந்த 'லாட்டிசை' மேலே கூறிய ஜன்னல்களுக்கு ஒப்பிடலாம். அணுக்கள் வெவ்வேறு அளவு கொண்டவை. இதை அணுக்களின் கனபரிமாணம் என்கிறோம். அணுக்களின் கனபரிமாணம், அணுக்களின் இடையேயுள்ள ஆகர்ஷண சக்தி இவற்றிற்கு ஏற்ப அணுக்கள் கனசதுரமாகவோ, கன எண் கோணமாகவோ, கன அறு கோணமாகவோ தங்களைத் தாங்களே அமைத்துக் கொள்கின்றன. ஒரு உலோகம் மற்றொரு உலோகத்துடன் சேரும்போது இவற்றின் லாட்டிசுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சரியாகப் பொருந்துமாறு இருக்க வேண்டும். இது தான் கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பதற்கு அடிப்படைத் தேவை யாகும். இது ஒரு எளிய விளக்கமே ஆகும். உலோகக் கலவை ஒரு கலையாகும். அதை முழுவதும் எடுத்துக் கூறுவது இப்புத்தகத்தின் நோக்கம் அல்ல. உங்கள் புத்தக சாலைகளில் இதுபற்றி விவரமாக எடுத்துக்கூறும் நூல்கள் பலவற்றை நீங்கள் காணலாம்.

உலோக வேலை முறைகள்

கனியிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பது உலோக வேலையில் முதற் படியாகும். பின்னர் இவற்றை சரியான அளவில் பொருத்தமான உலோகங்களுடன் கலந்து நமக்குத் தேவையான தன்மைகள் கொண்ட கலப்பு உலோகங்கள் தயாரிப்பது இரண்டாவது படியாகும். இவ்வாறு கிடைத்த உலோகம் அல்லது கலப்பு உலோகத்தை இயந்திரங்களின் மூலமாக மேலும் உறுதியானதாகவும், வலிமையானதாகவும், கடினமான உழைப்பைத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியதாகவும், உலோக

அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கக் கூடியதாகவும் மாற்றுவது மூன்ருவது படியாகும். இவை எங்ஙனம் நடைபெறு கின்றன என்பதை இனிக் காண்போம்.

முதிரவைப்பதன் மூலம் கடினமாக்குதல் (age hardening)

உலோக வேலேயில் இது ஒரு முக்கியமான முறை யாகும். இந்த முறை எதிர்பாராதவிதமாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. உலோகத் தொழிலில் ஈடுபட்டிருந்த ஜெர்மனியர் ஒருவர் இதைக் கண்டுபிடித்தார். இது பற்றிய விவரங்களே அலுமினியம் என்ற உலோகத்தைப் பற்றிய அத்தியாயத்தில் படித்தீர்கள். இதில் உலோகக் கலவையைச் சூடாக்கி, பிறகு குளிர வைத்துப் பல மணி நேரங்களுக்கோ பல நாட்களுக்கோ விட்டுவைப்ப தால் கலவையின் வலிமை அதிகமாகிறது என்று பார்த் தோம்.

மேற்பரப்பைக் கடினமாக்குதல் (Case hardening)

நல்ல வலிமை கொண்டதும், நீண்ட நாள் உழைக்கும் தன்மை கொண்டதுமான உலோகம் தயாரிப்பதற்கு இது மற்ருெரு முறையாகும். எஃகை, கரி நிறைய உள்ள ஒரு பொருளேக் கொண்டு மூடி, அதை உஷ்ணப் படுத்தினல் கரி, எஃகின் மேற் பரப்பில் கொஞ்ச தூரம் வரை ஊடுருவிச் செல்கிறது. எனவே, எஃகின் உட் பகுதியைவிட மேற்பரப்பில் கரி அதிகமிருக்கும். இதன் மூலம் எஃகின் மேற்பரப்பு மிகவும் உறுதி கொண்ட தாக ஆகிவிடுகிறது. இவ்வாறு வேலே செய்யப்பட்ட எஃகு 'கியர்கள்' (gears) அரங்கள் ஆகியவை தயாரிப் பதற்கு உபயோகமாகிறது இத்தகைய பொருள்களின் மேற்பரப்பு உறுதியாக இருந்தால் தான் இவை தேயாது நீண்ட நாள் உழைக்கும்.

அடித்துக் கடினமாக்குதல் (work hardening)

உலோகங்களைச் சூடாக்கி அடித்து வேலை செய்வதன் மூலம் கடினமாக்கலாம். இதை அநேகமாகக் கொல்லுலைக் கூடங்களில் பார்த்திருக்கிறோம். ஒரு ஆணியைப் பார்த்தால் அதன் தலைப் பக்கம் சுத்தியால் அடித்து அகலமாக்கப்பட்டுள்ளது என்று கூறுவீர்கள். ஒரு உலோகத்தை அது சூடாக இருக்கும் போதோ அல்லது குளிர்ச்சியாக இருக்கும் போதோ சம்மட்டியால் அல்லது சுத்தியால் அடித்தால் அது நெகிழ்ந்து கொடுக்கிறது. இதன் மூலம் உலோகம் கெட்டியாகிறது. கொல்லன் பட்டறையில் உலோகத்தைப் பழுக்கக் காய்ச்சிச் சம்மட்டியால் ஓங்கி அடித்துத் தேவையான உருவத்திற்கு அதைக் கொண்டு வருகிறார்கள். இவ்வாறு அடிப்பதன் மூலம் உலோகத்திலுள்ள அணுக்கள் மாறி அமைகின்றன. இதனால் உலோகம் உறுதி கொண்டதாக ஆகிறது.

உலகத் தூள் வேலை (Powder Metallurgy)

உலோகத்தைத் தேவையான உருவத்திற்குக் கொண்டு வருவதற்கு இது தற்காலத்தில் பின்பற்றப் படும் ஒரு முறையாகும். அதிக உஷ்ண நிலையில் உருகும் உலோகங்களை இம்முறையில் வேலை செய்வார்கள். உதாரணமாகப் பிளாட்டினம், டங்ஸ்டன் ஆகிய உலோகங்களைக் கூறலாம். ஒரே ஒரு உலோகத்தை மட்டும் உபயோகிப்பதாக இருந்தால் அந்த உலோகத் தூளை எடுத்துக் கொள்வர். உலோகக் கலவை தயாரிக்க வேண்டியிருந்தால் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலோகங்களின் தூள்களை ஒன்றாகக் கலந்து உபயோகிப்பர். இந்தத் தூள் தேவையான அச்சில்(mold) நிறப்பப்பட்டு, கெட்டியான வார்ப்பாக ஆகும்படி கவன

மாக அழுத்தப் படுகிறது. பின்னர் இதை அச்சிலிருந்து எடுத்து அப்படியே உலையில் வைத்து, அந்த உலோகம் உருகும் உஷ்ண நிலைக்கும் கொஞ்சம் குறைவான சூட்டில் உஷ்ணப்படுத்துவர். உலையிலிருந்து வெளியே எடுக்கும்போது நமக்குத் தேவையான உருவத்தில் கெட்டியான உலோகப் பொருள் கிடைக்கிறது. சில சமயங்களில் அச்சிலிருந்து எடுக்கப் பட்ட கட்டி, உலையில் சூடாக்கப் பட்டு, அதிகமான அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கப் படுகிறது. இதனால் உலோகத் தூள் உருகி ஒன்று கலந்து கெட்டியான பொருளாக மாறுகிறது. இவ்வாறு இல்லாமல் உலோகம் சூடாக இருக்கும்போதே உலையிலிருந்து வெளியே எடுத்துச் சம்மட்டியால் அடித்தும் அதற்கு உருவம் தருவர். இம்முறை 'சின்டரிங்' (sintering) எனப்படுகிறது. எண்ணெய் போட வேண்டிய அவசியமில்லாத பேரிங்குகள் அல்லது தானே எண்ணெய் போட்டுக் கொள்ளும் பேரிங்குகள், செம்பு–வெள்ளீயம் இவற்றின் பொடிகளை ஒன்று கலந்து தயாரிக்கப் படுகின்றன. இத்துடன் வெவ்வேறு அளவுகளில் கரி (கிராபைட்) கலக்கப்படுகிறது. இக்கலவை மேலே கூறிய முறையில் சூடாக்கப்பட்டு, தேவையான உருவத்திற்கு மாற்றப் படுகின்றன. இப்போது இவை கடல் பஞ்சைப்போல் எண்ணெயை உறிஞ்சிக் கொள்ளுகின்றன. இவ்வாறு உறிஞ்சப்படும் எண்ணெய் இந்த பேரிங்குகளில் காலம் முழுவதும் இருந்துகொண்டே இருக்கும். இந்த பேரிங்குகள் கொண்ட இயந்திரங்களுக்கு எண்ணெய் போடத் தேவையில்லை. இந்த பேரிங்குகள் மோட்டார் கார்கள், துணி வெளுக்கும் இயந்திரங்கள், மின்சாரக் கெடியாரங்கள் 'வாக்கூம் கிளீனர்கள்' (vacuum cleaner) ஆகியவற்றில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன.

உலோக வேலையில் 'போர்த்துதல்' (cladding), ரோலிங், கம்பியாக இழுத்தல் ஆகியவையும் முக்கியமான வேலையாகும்.

ரோலிங் (Rolling)

பெரிய, உலோகக் கட்டிகளை மெல்லிய கனங் கொண்ட தகடுகளாக மாற்றும் முறையை 'ரோலிங்' என்பர். உலோகம் சூடாக இருந்தாலும், குளிர்ச்சியாக இருந்தாலும் ரோலிங் செய்யலாம். உலோகம் ஒரு குறிப் பிட்ட வேகத்தில் இரண்டு பெரிய உருளைகளுக்கு இடையே செலுத்தப்படுகிறது. இந்த உருளைகள் ஒன்று மற்றொன்றுக்கு எதிர்புறமாகச் சுழல்கின்றன. இவ்வாறு சுழலும்போது உலோகத்தின் மீது அதிக அளவு அழுத்தம் விழுகிறது. இந்த உருளைகளின் அழுத்தமும், உலோகத் தகடுகள் வெளியே வரும் வேகமும் தகடு களின் கனத்தை நிர்ணயிக்கின்றன. இருப்புப் பாதை யில் ஒரு நாணயத்தை வைத்து ரயில் வண்டி அதன் மீது ஓடுவதற்காகக் காத்திருப்போம். ரயில் கடந்து சென்றபின் நாம் வைத்த நாணயத்தைப் பார்த்தால் அது 'பெரிய வட்டமான' மெல்லிய தகடாக ஆகி யிருப்பதைக் காணலாம். இந்த நாணயத்தின் உருவமும், கனமும், ரயிலின் எடை, அது செல்லும் வேகம் இவற்றை பொறுத்து அமைகிறது. இதே முறைதான் ரோலிங் வேலையில் நடைபெறுகிறது. ரயிலில் தண்டவாளங்கள் நகருவதில்லை. சக்கரங்கள் மட்டுமே உருண்டு நாம் வைக்கும் நாணயத்தை நசுக்கி, லேசான தகடாக மாற்றுகிறது. ஆனால், ரோலிங் இயந்திரத்தில் மேல் புறமும், கீழ்ப்புறமும் அமைக்கப் பட்டிருக்கும் இரண்டு உருளைகளும் உருளுகின்றன. இவை இரண்டும் சேர்ந்து உலோகத்தை நசுக்குகின்றன. இதன் மூலம்

மெல்லிய தகடுகள், நாம் விரும்பும் கனத்திற்குத் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

குழாய்கள் தயாரித்தல் (Tube making)

உலோக வேலையில் இது மற்றொரு முக்கியமான வேலையாகும். பற்பசை, ஆயின்டு மென்டுகள் (ointment) கிரீம்கள் (creams) வர்ணங்கள் (colours) ஆகியவைகளை அடைத்து வைக்கப்பட்ட குழாய்களை நாம் நாள் தோறும் காண்கிறோம். இவை எங்ஙனம் தயாரிக்கப்படுகின்றன? உலோகத்தகடுகளிலிருந்து இவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. இத்தகடுகளை உருளைகளாகவோ, கூம்புகளாகவோ உருட்டி, ஓரத்தைப் பற்றவைத்து விடுகின்றனர். பின்னர் இதற்குத் தேவையான உருவம் கொடுப்பர். உலோகத் தகடு சூடாக இருக்கும் போதே அதை அச்சுக்களில் செலுத்தித் தேவையான உருவத்தில் குழாய்கள் செய்வர். ஆனால், சைச்கிள், மேஜை, நாற்காலி, ஆகியவற்றிற்குத் தேவையான குழாய்கள் தயாரிக்க வேறுவிதமான முறை ஒன்று மேற்கொள்ளப் படுகிறது. தகடுகளைக் குழாய் களாக உருட்டி ஓரத்தைப் பற்றவைப்பர். பின்னர் குளிர்ச்சியான ஒரு அச்சின் மூலம் இதைச் செலுத்துவர், இப்போது இக் குழாய்களின் விட்டம் படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே வரும். தேவையான விட்டம் கொண்ட குழாய்கள் தயாரிக்க இம்முறையே பின்பற்றப் படுகிறது.

கமபிகள் தயாரித்தல்

உலோகங்களைக் கம்பிகளாக நீட்டல் மற்றொரு உலோக வேலையாகும். தையல் ஊசிகள், குண்டுசிகள், மின்சாரக் கம்பிகள், இரும்புக்கம்பிகள், ஆணிகள் ஆகியவை கம்பிகளிலிருந்தே தயாரிக்கப் படுகின்றன

இதைக் கருத்தில் கொண்டால் கம்பிகள் தயாரிப்பது எவ்வளவு முக்கியமான வேலை என்பது தெரியவரும். தற்காலத்தில் கம்பிகள் தய்ாரிப்பது ஒரு தொடர்ச்சியான முறையாகும். வெவ்வேறு விட்டங்கள் கொண்ட அச்சுக்களின் வழியாக உலோகத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் கம்பிகள் செய்கிறார்கள். அதாவது முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட விட்டம் கொண்ட அச்சின் வழியாக உலோகம் செலுத்தப்படும். இதிலிருந்து வெளிவரும் கம்பி மறுபடி முன்னைவிடச் சிறிய விட்டம் கொண்ட அச்சின் வழியாகச் செலுத்தப்படும். இதிலிருந்து வெளிவரும் கம்பி இதைவிடச் சிறிய விட்டங் கொண்ட அச்சின் வழியாகச் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு விட்டங்கள் குறைந்து கொண்டே வரும் 7 அல்லது 8 அச்சுக்களின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்ட பிறகுதான் கம்பி உருவாகிறது. இதை பின்னர் தேவையான நீளத்திற்கு வெட்டிக் கொள்ளலாம்.

உலோகங்களைப் பற்றவைத்தல். (Welding)

உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பதை அனைவரும் பார்த்திருப்பர். இது பாதையின் ஓரங்களில் கூடக் கொல்லர்களால் செய்யப்படுகிறது. உடைந்துபோன உலோகத் துண்டுகளை, பிராணவாயு - அசிடிலீன் வாயு (acetylene) ஆகியவற்றால் கிடைக்கும் எரிதழல் மூலம் அல்லது சாதாரண உஷ்ணத்தால் பற்ற வைப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். இதை பற்ற வைப்பதற்குச் சில சமயங்களில் ஈயம், வெள்ளீயம் போன்ற உலோகங்களை உபயோகிப்பர். ஒட்டவைக்க வேண்டிய இரண்டு உலோகங்களின் முனைகளையும் நன்றாகப் பழுக்கக் காய்ச்சி இரண்டு முனைகளையும் ஒன்றாகச் சேர்த்துச் சம்மட்டியால் ஓங்கி அடிப்பர். இதன் மூலம் இரண்டு உலோகங்களும்

நன்ருக ஒட்டிக் கொண்டுவிடும். இதை ஆங்கிலத்தில் 'ஹாமர் வெல்டிங்' (hammer welding) என்று கூறுவர். மின்சாரத்தின் மூலம் பற்றவைப்பது மற்ருெரு முறை யாகும்: பற்றவைக்கும் உலோகங்களின் முனைகளை மின் சாரத்தால் உருகச் செய்து அதிகமான அழுத்தத்தில் ஒன்று சேர்ப்பது இம் முறையில் மேற்கொள்ளப் படுகிறது. அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்யப்பட வேண் டிய பொருள்களை இந்த முறையிலேயே தயாரிக்கிருர்கள். கார்கள், விமானங்கள், ஆகியவை இம் முறையிலேயே தயாரிக்கப் படுகின்றன.

உலோக வேலை ஒரு தனிக் கலையாகும். இது நாள் தோறும் வளர்ந்து கொண்டே வருகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் புதிய புதிய முறைகள் மேற்கொள்ளப் படுகின் றன. வருங்கால உலகம், உலோகம், உலோக்கலை இவை களின் அமைப்புக்கு உருவாகும் என்பதில் ஐயத்திற்கு இடமேது ?

WORLD OF METALS BY Dr. B. S. THYAGARAJAN.

மனிதகுல முன்னேற்றத்திற்குப் பூமித்தாய் வழங்கியுள்ள கனிச் செல்வங்கள்தான் எத்தனை! அறிவியற் கலையின் துணைகொண்டு அவைகளைத் தோண்டியெடுத்து எப்படி எப்படியெல்லாம் உருமாற்றித் தன் வாழ்வை வனப்பும் வளமும் உடையதாக ஆக்கிக்கொண்டு வருகிறான்! மண்ணகம் தந்த எண்ணற்றக் கனிச் செல்வங்களால் உலகம் பெற்ற பயன்கள்தான் கொஞ்சநஞ்சமா?

இரும்பு முதல் பிளாட்டினம் வரை அன்றாட வாழ்விற்கு இன்றியமையாத உலோகச் செல்வங்கள் அனைத்தையும் பற்றிய எல்லா செய்திகளையும்—மண்ணிலிருந்து தோண்டியெடுப்பது முதல் இறுதி வடிவம் பெறுவது வரையுள்ள அனைத்து விபரங்களையும் எளிய நடையில் எழிலுற விளக்குகிறார் பேராசிரியர், டாக்டர் பி. எஸ். தியாகராஜன்.

—நூலாசிரியரைப் பற்றி......

1929-ஆம் ஆண்டில் பிறந்த இந் நூலாசிரியர் டாக்டர் பி. எஸ். தியாகராஜன் சென்னை மாநிலக் கல்லூரியினின்றும் எம். எஸ்ஸி பட்டமும், 'இயற்கை விளைபயன்' (National Products) ஆராய்ச்சிக்காக பிஎச். டி. பட்டமும் பெற்றவர். அவர் 1956-ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1959-ஆம் ஆண்டு வரை நார்த் வெஸ்டர்ன், விஸ்கான்சின் பல்கலைக் கழகங்களில் முனைவர் பட்டப் பின் பயிற்சித் துணைமையாளராக (Post-Doctoral Research Associate) இருந்திருக்கிறார். 1960-ஆம் ஆண்டிலிருந்து சென்னைப் பல்கலைக் கழகத்தின் உடற் பொருள் இரசாயன (Organic Chemistry) துறையின் உயர் விரிவுரையாளராகப் பணியாற்றி வருகின்றார். இவர் இந் நூலோடு ஆராய்ச்சித்துறை சம்பந்தப்பட்ட உடற் பொருள் இரசாயனம், தனி வரைவு நூல்கள் போன்ற பல வெளியீடுகளின் ஆசிரியரும் ஆவார்.

ராதா பதிப்பகம்,
சென்னை–17.